

1.1. Основни појмови

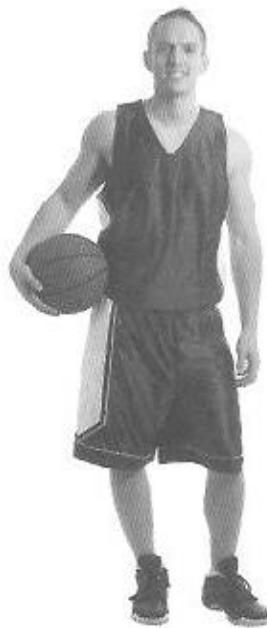
Циљ ове главе је да одговори на следећа питања:

- Шта су подаци, шта су информације, а шта је знање?
- Шта су рачунари? Шта су калкулатори?
- Чиме се бави информатика? Чиме се бави рачунарство? Које су најзначајније области информатике и рачунарства и каквим проблемима се оне баве?

У наставку ћемо дефинисати област рачунарства и информатике и основне појмове значајне за ове стручне и научне области.

1.1.1. Информације, подаци и знање

Податак има значење само када се тумачи у одређеном контексту.



Да ли висина од 6 стопа и 3 инча пружа добре предпоставице за дављење кошарком?

Информација је веома важан појам у данашњем друштву. Каже се, на пример, да живимо у информатичком добу и да је наше друштво информационо друштво. Међутим, да ли умемо да дефинишемо информацију? Да ли је информација исто што и податак? Да ли је информација исто што и знање? Иако ове појмове у свакодневном животу понекад користимо у истом значењу, у рачунарству они се разликују. Стручњаци истичу градију податак – информација – знање. Покушајмо ово да разјаснимо.

Информација увек носи неко значење (кажемо и тумачење, интерпретацију, семантику) и неко обавештење које њен прималац може да употреби како би донео неку одлуку. Да би се информација забележила и пренела, користе се подаци. Подаци су најчешће бројеви или симболи чије се значење не подразумева само по себи, али који добијају значење када се протумаче на одређени начин у одређеном контексту. На пример, податак да је неко висок 6 стопа и 3 инча грађанину Сједињених Америчких Држава може да пружи информацију да ли тај неко има добре предиспозиције да се бави кошарком, док исти тај податак великом броју становника Србије не пружа исту информацију јер не знају колика је дужина стопе или инча.

Исти податак може да се тумачи на различите начине и стога може да носи различну информацију. Ускоро ћете упознати бинарни систем и сазнаћете да су у рачунарима сви подаци представљени низовима нула и јединица, а тек у зависности од програма који их тумачи одређује се да ли те нуле и јединице представљају неки текст, слику или звук.

Иста информација може да се запише различитим подацима. На пример, реченицу можемо записати латиницом или ћирилицом, тако ће подаци (тј. симболи) бити различити, али информација која је записана биће иста у оба случаја.

У неким случајевима подаци говоре о **квантитативним одликама** (одликама које се могу прецизно измерити и тада су подаци представљени бројевима). У другим случајевима подаци говоре о **квалитативним одликама** (описним, донекле непрецизним особинама). На пример, када кажемо да је нека кафа топла, у питању је квалитативна информација, а када кажемо да кафа има температуру од 67,2°C, реч је о квантитативној информацији.

Када је података много, потребно је извршити сложене анализе да би се из њиховог мноштва извукле праве информације. На пример, службеник банке може пред собом да види податке о хиљадама појединачних трансакција својих клијената, али да би закључио које услуге су биле популарне или које су пословнице добро радиле, потребно је да ове податке групише, израчуна неке збире, просеке и сличне статистике.

Знање је појам сложенији од појединачне информације. На пример, то што имате информацију да су савремени електронски рачунари који су се могли програмирати настали непосредно после Другог светског рата не значи да знate историју развоја рачунара – да бисте ово могли да тврдите, потребно је да прикупите још неке релевантне информације и да све повежете у смислену целину. Знање се стиче кроз образовање и искуство.

Из претходно наведеног можемо да изведемо следеће дефиниције:

▶ Дефиниција

Податак је сиров запис неке чињенице (дат најчешће у облику симбола или бројева).

Информација се добија када се податак протумачи на одређени начин, у одређеном контексту.

Знање је организовани систем информација из неке области, а стиче се кроз образовање и искуство.

Исти податак може да носи различите информације када се тумачи на различите начине.



Да ли је овим цулатама и јединицама записан текст, звук, слика, филм или нешто друго?

Иста информација може бити представљена различитим подацима.

Нова година је првог јануара.
Nova godina je 1. januara.

Информација може бити квалитативна и квантитативна.



Ова кафа је топла.

Ова кафа има температуру од 67,2°C.

Ја би смо добили тачне информације, потребно је анализирати податке.



Какве све информације крије ова јомила података?

1.1.2. Рачунари и калкулатори

Стони рачунар



Наредни појам који би требало дефинисати јесте појам **рачунара**. Иако кад кажемо рачунар, данас обично подразумевамо непреносни, **стони** (енгл. *desktop*) или **преносни** (енгл. *notebook*, *laptop*) рачунар, дефиниција рачунара је донекле шире и овај појам обухвата различите уређаје који су током историје коришћени, затим уређаје који се данас све више и више користе – на пример, **паметне телефоне** (енгл. *smart phone*) и **таблете** (енгл. *tablet*), као и уређаје који ће у будућности бити направљени (на пример, нанорачунаре и квантне рачунаре).

Размотримо наредну дефиницију:

▶ Дефиниција

Рачунар је машина опште намене која се може програмирати да изврши различите врсте задатака тако што сваки задатак своди на низ елементарних математичких операција над бројевима.

Преносни рачунар



Таблет



Ова дефиниција носи неколико важних порука.

- Рачунари изводе математичке (аритметичке, релацијске, логичке) операције над бројевима. Најчешће аритметичке операције су сабирање, одузимање, множење и дељење. Релацијске операције су најчешће поређења бројева (да ли су једнаки, који је већи). Најчешће логичке операције су логичко *и* (конјункција), логичко *или* (дисјункција) и логичко *не* (негација). Рачунари не могу да раде ништа друго осим ових елементарних бројевних операција, али данашњи рачунари их изводе веома брзо, тако да се у кратком времену може извршити велики број тих операција.
- Рачунари раде искључиво с бројевима. Ово можда делује збуњујуће јер смо навикли да данашњи рачунари приказују слике, звук, текст и многе друге врсте података. Међутим, ово није противречно јер су сви ови подаци у рачунарима представљени бројевима (кажемо да су данашњи рачунари дигитални, о чему ће касније бити више речи).
- У дефиницији се не помиње технологија израде рачунара. Не каже се колико су рачунари велики, да ли раде на струју, да ли имају екран осетљив на додир (чак ни да ли имају екран). Кроз историју су у изради рачунара коришћене различите технологије – па тако рачунари обухватају различите направе, од механичких уређаја, који су у себи имали гомилу зупчаника (налик на сатове и будилнике), преко електромеханичких уређаја, који су комбиновали електронске и механичке компоненте, па до електронских уређаја, заснованих на вакуумским цевима, транзисторима, касније и чиповима. Занимљиво је да су веома слични принципи

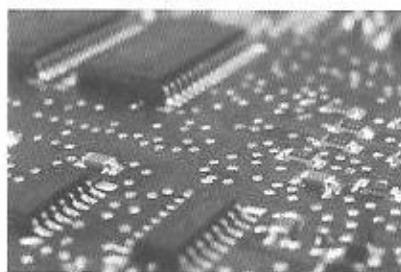


рада реализовани у различитим технологијама. Дакле, рачунари се могу схватити као апстрактне математичке машине и није важно како је машина физички направљена (чак ни да ли је физички направљена) да би могла да се назива рачунаром.

- Рачунари могу да се програмирају да обављају различите врсте задатака. Људи су током историје развијали различите машине за рачунање. Такве машине и данас користимо – зовемо их **калкулатори (дигитрони)**. Тачно је да су калкулатори били веома битни и да су утицали на развој људске цивилизације. Идеја да се они могу програмирати јесте, међутим, оно што је заиста фасцинантно. Толико смо окружени рачунарима да некада и не видимо колико је ова идеја велика, а подразумева чињеницу да ове универзалне машине могу да извршавају бесконачно много различитих математичких задатака. Када се текст, слике, звуци и филмови дигитализују и сведу на математику, рачунари нам потпуно мењају свакодневицу.
- Рачунари нису интелигентне машине и не разумеју проблеме које решавају. Док обрађују податке (записане бројевима) не додељују им никакво посебно значење.

1.1.3. Области информатике и рачунарства

Информационе науке су широка мултидисциплинарна област која се бави информацијама у најопштијем смислу – прикупљањем информација, њиховим представљањем у облику података, њиховом анализом, складиштењем, преносом итд. Ова област је веома стара. На пример, креирање првих библиотека и изум штампарске пресе њена су важна достигнућа. Међутим, у новије време информације се обично везују уз рачунаре. Данас је највећа количина информација смештена у рачунарским базама података и у документима доступним преко интернета. **Информатика** је подобласт информационе науке која подразумева аутоматизацију рада с информацијама (најчешће помоћу рачунара). Корен речи информатика је француски и она је настала спајањем речи *information* (информација) и *automatique* (автоматика). Овај термин је први пут употребљен и ова област почела је да добија на значају 1950-их и 1960-их година. Данас се информатика посматра шире и подразумева различите примене рачунара у различитим областима људске делатности (на пример, у пословању, индустрији или природним наукама). Веома сродна је област **информационе технологије (ИТ)**, која се бави коришћењем рачунара и комуникационих уређаја, најчешће у комерцијалне сврхе.



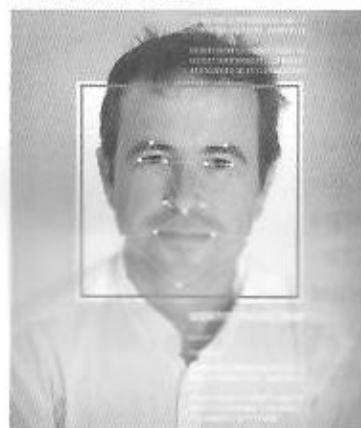
Текст рачунарског програма

```
<script type="text/javascript">
var rightColumnGif = "http://www.techno.com/cool_gifs/right.gif";
var currentContext = "http://www.techno.com/cool_gifs/right.htm";
</script>
<noscript>
<div id="right_column">
<img alt="Right side of the screen with a message about Java and a link to download it." data-bbox="100 300 300 400"/>
</div>
</noscript>
```

Програм за израду
тродимензионалних анимација



Препознавање лица



Област **рачунарства** подразумева проучавање теорије и праксе рачунања. Рачунарство се бави проучавањем и израдом рачунара и њиховом практичном применом, а такође теоријским питањима, попут одређивања могућности да ли се нешто уопште може израчунати или колико се ефикасно нешто може израчунати. Важно је нагласити да се рачунарство не бави искључиво рачунарима. Чувена је изрека да се рачунарство бави рачунарима исто онолико колико се астрономија бави телескопима, математика лењирима и шестарима, или биологија микроскопима – наука се не бави само инструментима, већ и начинима на које можемо да их употребимо и оним што можемо да сазнамо док их употребљавамо.

▶ Дефиниција

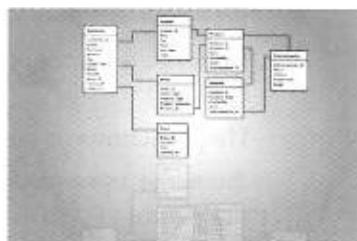
Информатика се бави прикупљањем, складиштењем, обрадом и преносом информација, али и применом рачунара у различитим областима живота.

Рачунарство се бави проучавањем теорије и праксе процеса рачунања.

Информатика и рачунарство се поистовећују, што може бити оправдано јер су ове области заиста тесно повезане. Рачунарство обухвата различите подобласти. Многе од њих су практично оријентисане.

- **Хардверско инжењерство** је у тесној вези с електротехником и обухвата развој рачунарских система. Делове наших рачунара конструисали су инжењери који се баве овом облашћу.
- **Софтверско инжењерство** бави се осмишљавањем, прављењем и одржавањем сложених рачунарских програма и програмских система. Све веће програме присутне на вашим рачунарима (рецимо, програме за обраду текста или слика) или које користите док сте на интернету (на пример, претраживаче веба) конструисали су инжењери који се баве овом облашћу.
- **Рачунарска графика** бави се израдом слика и анимација помоћу рачунара. Већина данашњих 3D анимираних филмова или рачунарских игара, али и 3D прикази у медицини настали су захваљујући достигнућима савремене рачунарске графике.
- **Вештачка интелигенција** бави се техникама као што су машинско учење, рачунарски вид, препознавање слика, истраживање података итд. На пример, аутоматско препознавање

Схема базе података



лица људи на фотографијама, препознавање отисака прстију, интелигентно кретање противника у рачунарским играма или планирање оптималне путање неког уређаја у индустријском по-гону укључују коришћење техника вештачке интелигенције.

- **Базе података и информациони системи** баве се организацијом великих количина података тако да се они могу што ефикасније прикупљати и употребљавати. На пример, електронски дневник у који би се уносиле све ваше оцене и изостанци тако да им можете приступити од куће представља један информациони систем школе и обухвата неку базу података.
- **Рачунарске мреже** баве се повезивањем више рачунара да би била могућа размена података између њих. Захваљујући истраживањима у области рачунарских мреж стигло се до интернета и данас не можемо замислiti рачунар који није повезан у неку мрежу или на интернет.
- **Криптографија и заштита** баве се развојем техника за заштиту података од неовлашћеног приступа. Захваљујући достигнућима ове области данас су, на пример, могући електронска трговина и електронско банкарство.

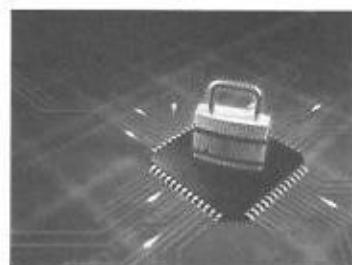
Неке од области рачунарства су више теоријски оријентисане. Најзначајније међу њима су алгоритми и структуре података, теорија програмских језика, теорија алгоритама, теорија израчунљивости, теорија информација и формалне методе. Да бисте разумели чиме се тачно баве ове области, треба да знate мало више математике, због тога оне овде неће бити детаљније објашњене.

Ово су само неке од подобласти рачунарства, а пошто је рачунарство веома жива област, стално настају нове подобласти.

Умрежавање рачунара



Криптографија обезбеђује заштиту података.



Сажетак

- Податак је сиров, неинтерпретирани запис неке чињенице (дат најчешће у облику симбола или бројева).
- Информација се добија када се податак претумачи на одређени начин, у одређеном контексту.
- Знање је организовани систем информација у некој области које се стичу кроз образовање и искуство.
- Рачунар је машина опште намене коју је могуће програмирати да извршава различите врсте задатака тако што сваки задатак своди на низ елементарних математичких операција над бројевима.
- Информатика се бави прикупљањем, складиштењем, обрадом и преносом информација, али и применом рачунара у различитим областима живота.
- Рачунарство се бави проучавањем теорије и праксе процеса рачунања.
- Најважније области информатике и рачунарства су хардверско инжењерство, софтверско инжењерство, рачунарска графика, вештачка интелигенција, базе података и информациони системи, рачунарске мреже, криптографија и заштита, алгоритми и структуре података, теорија програмских језика, теорија алгоритама, теорија израчунљивости, теорија информација, формалне методе итд.

Питања и задаци за вежбу

- Која је разлика између појмова податак и информација? Наведи неколико примера који илуструју ову разлику (а који нису наведени у овом уџбенику). Шта је знање и како се стиче?
- Која је разлика између рачунара и калкулатора? Како се може дефинисати рачунар? Који су значајни аспекти дефиниције коју си дао/дала?
- Чиме се бави информатика, а чиме рачунарство?
- Наведи и описи неколико области рачунарства. Које од њих су значајне за развој неке рачунарске игре?

Спољне референце

- Опис пирамиде податак – информација – знање – мудрост може се наћи у раду: R.L. Ackoff (1989) *From data to wisdom* (Journal of applied systems analysis. Vol 15. стране 3–9).
- ACM (Association for Computing Machinery) једно је од најзначајнијих рачунарских удружења. Њихова листа области информатике и рачунарства може се наћи на адреси <http://www.acm.org/about/class/>. Још једно веома значајно удружење које се бави информатиком и рачунарством јесте и IEEE (<http://www.ieee.org/>). У нашој земљи постоји Друштво за информатику Србије (<http://www.dis.org.rs>).
- Кратак преглед рачунара и рачунарства приказан је у енциклопедији Wikipedia на страници <http://en.wikipedia.org/wiki/Computer>.

1.2. Представљање различитих типова података

Циљ ове главе је да одговори на следећа питања:

- Како је могуће представити бројеве коришћењем искључиво нула и једицица? Зашто је овај начин записа незаобилазан код рачунара?
- Шта је дигитални, а шта аналогни запис и зашто у последње време преовлађује дигитална технологија?
- Како се у рачунару записују слике, звук и текст? Шта су пиксели и семплови? Шта су карактери, а шта фонтови? Шта је ASCII, а шта Unicode?
- Како се мери количина информација? Шта је бит, а шта бајт? Колико бајтова обично заузима неки текст, слика, песма или филм? Колико бајтова може да се запише на диску?

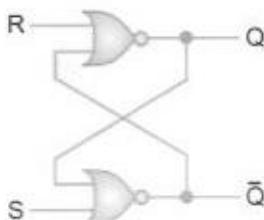
Рачунарски системи данас чувају велике количине података. Питање које ћемо у овој глави анализирати јесте како се све те информације бележе у датим рачунарима. Како се сажетак неке лектире, фотографије с екскурзије или филм бележе у рачунару? Већ смо навели да се све ове информације бележе у облику бројевних података, а у наставку ћемо то детаљније описати.

1.2.1. Кодирање података коришћењем бинарног бројевног система

Рачунари све податке записују коришћењем бројева. Међутим, из техничких разлога бројеве у меморији рачунара није могуће записати на уобичајени начин, помоћу десет различитих цифара, тј. није их могуће записати у декадном систему на који смо навикли. Наиме, меморије рачунара могу се замислiti као низ елемената који могу да буду у једном од два различита стања (тзв. бистабилни елементи). На пример, електронско коло може бити под напоном или без напона, део траке може бити намагнетисан или размагнетисан, опозиција (метални премаз) компакт-диска може бити пробушен или не. Највећа стања обележимо различитим цифрама, могуће је користити само две различите цифре, односно **бинарни систем записа бројева**.

Замислимо меморију као низ укључених или искључених сијалица. Ако замислимо да имамо осам сијалица, да ли је и како је могуће записати број 1,

Различити бистабилни елементи: укључена и искључена сијалица, емулзија компакт-диска под микроскопом, схема меморијске ћелије рачунара



број **123** или број **256**? Ако сваку укључену сијалицу представимо симболом **1**, а сваку искључену симболом **0** и ако претпоставимо да свака могућа комбинација сијалица даје јединствен број, проблем се своди на питање да ли је могуће записивати бројеве само коришћењем одређеног броја нула и јединица. Колико различитих записа можемо остварити фиксираним бројем цифара? На пример, ако користимо две цифре, могуће је остварити укупно четири различита записа (то су **00, 01, 10, 11**). Ако користимо три цифре, могуће је остварити укупно осам различитих записа:



Може се уочити да је помоћу k цифара могуће направити укупно 2^k различитих записа. Како да сваком од ових записа придржимо број, али тако да за дати запис можемо лако да одредимо који број он представља и за дати број можемо да одредимо који му запис одговара? Да бисмо дали потпун одговор на ова питања, подсетићемо се уобичајеног, декадног, начина записа бројева, а затим ћемо тај поступак уопштити на запис бројева у систему са произвољним бројем цифара, или, како се још каже, у произвољним бројевним основама, а нарочито у основи 2.

Бројевни системи и бинарни бројеви

Већ знате да се троцифрени бројеви записују тако што се напише цифра стотине, па десетице и потом јединице. Тако запис **432** представља број „четири стотине, три десетице и две јединице”, тј. број „четиристо тридесет два”. Слично се уводе и хиљаде, десетине хиљада итд. Може се приметити да су тежине сваке позиције броја у тесној вези са бројем 10. Заиста, свака је десет пута већа од претходне, тј. свака представља неки степен броја 10 (на пример, 1000 је 10^3 , 100 је 10^2 , 10 је 10^1 , а 1 је 10^0). Тако је $432 = 4 \cdot 10^2 + 3 \cdot 10^1 + 2 \cdot 10^0$. Присетимо се да и различитих цифара има тачно десет (наравно, ако рачунамо и нулу).

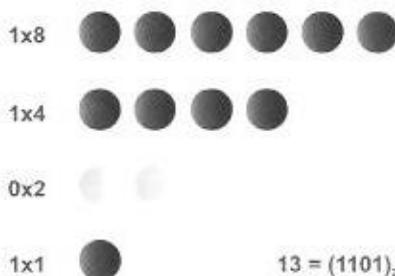
Бинарни бројеви се записују по потпуно истом принципу, једино што се уместо основе 10 користи основа 2. У овом случају постоје само две различите цифре, **0** и **1**. Сваки број се уместо у облику збира броја јединица (10^0), десетица (10^1), стотина (10^2), хиљада (10^3)... записује у облику

збира броја јединица (2^0), двојки (2^1), четворки (2^2), осмица (2^3) итд. Тако се број 13 може представити као збир једне осмице, једне четворке, нула двојака и једне јединице, и тј. $13 = 1 \cdot 8 + 1 \cdot 4 + 0 \cdot 2 + 1 \cdot 1 = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$. Речњем ових цифара добија се запис **1101**.

Приметимо да се основа 10 у нашем размишљању толико дубоко укоренила да ни не умемо да изговоримо вредност овог броја, а да је не разложимо на стотине, десетице и јединице. Неко може да помисли да је бинарних „хиљаду сто један“ исто као и декадних „тринаест“, али то је погрешно. Исправно је рећи да се број „тринаест“ декадно записује као 13, а бинарно као **1101**. Да би се недвосмислено знало да је ово бинарни запис броја „тринаест“, а не декадни запис броја „хиљаду сто један“, у неким текстовима овај запис бележи се као $(1101)_2$, где $_2$ означава да се ради о бинарном запису.

Слично као и код декадног записа, на почетак је могуће дописивати нуле, а да се вредност броја не промени. Ово можемо имати на уму ако је потребно одредити запис са унајред задатим фиксним бројем цифара (што је у рачунарима најчешће случај). На пример, уколико се захтева да се број „тринаест“ запише бинарно, али са осам бинарних цифара, то се може урадити тако: $(00001101)_2$.

За дати бинарни запис неког броја једноставно је одредити који је број записан. На пример, запис $(10101)_2$ представља запис броја $1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 16 + 4 + 1 = 21$.



Ко жели да зна више?

С обзиром на то да се у бинарном бројевном систему интензивно користе степени броја 2, није више знати их напамет (слично као што се зна таблици множења или квадрати бројева до 20). Дакле, $2^0 = 1$, $2^1 = 2$, $2^2 = 4$, $2^3 = 8$, $2^4 = 16$, $2^5 = 32$, $2^6 = 64$, $2^7 = 128$, $2^8 = 256$, $2^9 = 512$, $2^{10} = 1\,024$. Такође, $2^{11} = 65\,536$, што је мало више од 64 000, 2^{20} је мало више од милион, 2^{24} је око 16,7 милиона и 2^{32} је око 4,2 милијарде. Да би се ове вредности лакше изразиле, некада се користе ознаке K за 2^{10} , M за 2^{20} и G за 2^{30} , па је онда $2^{16} = 64K$, $2^{24} = 16M$, а $2^{32} = 4G$.

Дакле, сваки природни број може се на јединствен начин записати само коришћењем бинарних цифара, што онда омогућава да се подаци на једноставан начин запишу у меморијама савремених рачунара и сродним елементима на којима је могуће разликовати два стања.

Поред основа 10 (декадни запис) и 2 (бинарни запис) бројеве је могуће записивати и у другим основама. Често се користе и основа 8 (окталини запис) и основа 16 (хексадекадни запис). Декадни бројеви се користе зато што само десет прстију на рукама, а бинарни зато што се њихов запис технички

Најважније бројевне основе и њихове цифре

бинарни	октадни
01	01234567
декадни	хексадекадни

0123456789 0123456789ABCDEF

једноставно реализује бистабилним елементима. Октадни и хексадекадни бројеви користе се зато што постоје веома једноставни поступци да се они преведу у бинарне бројеве и обратно, и ови системи се користе када људи комуницирају о по-

дацима у рачунару. Наиме, бројеви записани бинарно изузетно су дугачки, па је људима веома тешко да раде директно са њима (покушајте за вежбу да напишете број од 32 бинарне цифре, а онда само да га исправно препишете – видећете да није једноставно). С обзиром на једноставност превођења, хексадекадни систем обично се користи да би се скратио запис дугачких бинарних бројева. На пример, уместо 32 бинарне цифре довољно је само осам хексадекадних. Иако има слична својства, октадни систем се користи мало ређе јер је степен скраћења записа мало мањи.

Ко жели да зна више?

Замислите планету Окталију, на којој живе интелигентна створења са укупно осам прстију на обе руке. Њима није потребно десет цифара – довољно им је осам. Претпоставимо да се оне записују исто као наше цифре 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 и 7. Уместо јединица, десетица и стотина, они разматрају јединице, осмице и шездесетчетврке. Дакле, њима запис 432 (тј. запис $(432)_8$) представља број „четири шездесетчетврке, три осмице и две јединице”, односно $4 \cdot 8^2 + 3 \cdot 8^1 + 2 \cdot 8^0 = 282$. Становници планете Хексадекадије имају по шеснаест прстију и треба им шеснаест цифара. Ако им ми позајмимо наших десет и даље ће им недостајати још шест. Да не бисмо измишљали нове симbole, нека се преостале цифре записују словима абециде. Тако, нека цифру десет записују словом A, цифру једанаест словом B, дванаест словом C, тринаест словом D, четрнаест словом E и петнаест словом F. Тако запис 3F8 (тј. $(3F8)_{16}$) представља број $3 \cdot 16^2 + 15 \cdot 16^1 + 8 \cdot 16^0 = 1\,016$. Дакле, ако је дата основа b и цифре c_n, \dots, c_0 , где за сваку цифру c_i важи $0 \leq c_i < b$, запис $(c_n \dots c_0)_b$ означава број $c_n \cdot b^n + \dots + c_0 \cdot b^0$.

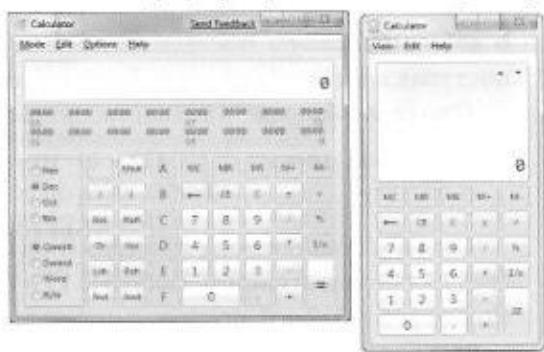
Ко жели да зна више?

Да ли је могуће и друге врсте бројева записати само помоћу нула и јединица? Да ли је могуће записати -41? Да ли је могуће записати 34,52? Одговор на сва ова питања је потврдан. Природни бројеви у рачунарству се обично називају **неозначени бројеви** (зато што се испред њих обично не пише никакав знак). Цели бројеви се обично називају **означени бројеви** (зато што се испред њих обично пише знак - за негативне и + за позитивне). За запис означених бројева данас се углавном користи **потпуни (двесторуки) комплемент**. Децимални бројеви обично се записују у **покретном зарезу**.

Превођење записа бројева

Најједноставнији начин да се запис броја преведе из једне у другу основу јесте да се употреби калкулатор. На већини рачунара данас, који год оперативни систем да се користи, унапред је инсталiran неки калкулатор и већина њих подржава превођење записа природних бројева. Ови калкулатори обично подржавају неколико режима функционисања и у сваком режиму кориснику се нуде различите опције (промена режима се обично врши

Програм Calculator оперативног система Windows 7
(у програмерском и основном режиму)



извијем View или Mode). На пример, основни режим корисницима нуди само основне аритметичке операције, а научни режим укључује и елементарне математичке функције (синус, логаритам итд.). За превођење записа бројева обично је потребно прећи у **програмерски режим рада**. Након тога, кориснику се нуди опција да одабере неку од подржаних бројевних основа. По избору по-нове основе, укуцава се број у тој основи, а на екрану се приказује резултат у осталим подржаним основама. У неким случајевима, резултат се не приказује одмах, већ корисник након уноса броја бира основу у којој га резултат приказује.

Ко жели да зна више?

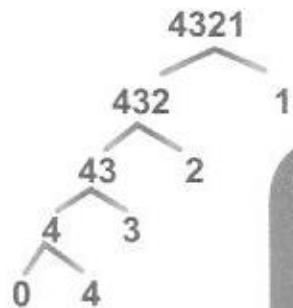
Поред очигледних предности коришћења калкулатора у односу на ручну конверзију примећују се и неки недостаци. Коришћење калкулатора не пружа разумевање математичке позадине ових операција. Такође, већина калкулатора подржава само основе 2, 8, 10 и 16 и не може се користити за друге основе. Превођење напамет може понекад бити знатно брже него уз коришћење калкулатора. Зато покажимо сада како је превођење записа могуће урадити и без калкулатора. Размотримо како одредити низ цифара који представља запис броја у датој основи. Размотримо прво које су то математичке операције којима је могуће одредити декадне цифре броја, а затим исти поступак применимо и на неку другу основу.

Разматрајмо, на пример, број 432. Цифру 4 могуће је одредити као целибројни количник при дељењу бројем 100. Међутим, није унапред јасно што би се кренуло баш од броја 100. На пример, код броја 4321 цифра 4 добија се као целибројни количник при дељењу са 1 000. Дакле, прву цифру у запису броја тешко је добити на униформан начин. Последњу цифру у запису, међутим, није тешко добити. Приметимо да се код броја 432 последња цифра (2) добија као остатак при дељењу са 10. Слично томе, код броја 4321 последња цифра (1) добија се као остатак при дељењу са 10. Ово није случајно и није специфично за основу 10. Наиме, у запису $c_n \cdot b^n + \dots + c_1 \cdot b + c_0$ сви сабирци осим последњег дељиви су бројем b , док за последњу цифру c_0 важи $0 \leq c_0 < b$. Када се обрише последња цифра броја 432, добија се број 43, а то је вредност целибројног количника броја 432 бројем 10. Слично томе, када се обрише последња цифра броја 4321 добија се број 423, а то је вредност целибројног количника броја 4321 бројем 10. Ни ово није случајно, нити је специфично за основу 10. Наиме, када се обрише последња цифра у запису броја $(c_n \dots c_0)_b$, добија се запис $(c_n \dots c_1)_b = c_n \cdot b^{n-1} + \dots + c_1$, а то је управо целибројни количник дељења полазног броја основом b . Дакле, остатак при дељењу броја основом b представља последњу цифру у запису тог броја у основи b , док целибројни количник при дељењу броја основом b представља број чији се запис у основи

Програм Calculator оперативног система Ubuntu Linux
(у програмерском режиму)



Узастопним одређивањем остатка и целибројног количника при дељењу са 10 могу се одредити све цифре декадног записа броја.



б добија брисањем последње цифре из записа полазног броја у основи б. Ово директно инспираше поступак одређивања записа броја у датој основи.

Ово се може представити и табличом. Коначни резултат се добија читањем добијених остатака уназад:

$4321 = 432 \cdot 10 + 1$	$432 = 43 \cdot 10 + 2$	$43 = 4 \cdot 10 + 3$	$4 = 0 \cdot 10 + 4$
1	2	3	4

Овај поступак се може применити за одређивање записа у произвољној основи. Преведимо, на пример број 13 у бинарни систем. Пошто је $13 = 6 \cdot 2 + 1$, последња цифра бинарног записа је 1. Даље се разматра број 6. Пошто је $6 = 3 \cdot 2 + 0$, последња цифра бинарног записа броја 6 је 0, и то је претпоследња цифра бинарног записа броја 13. Даље се разматра 3. Важи да је $3 = 1 \cdot 2 + 1$, тј. претпоследња цифра броја 13 је 1. На крају, пошто је 1 једноцифрен у бинарном систему, прва цифра записа броја 13 је 1 и поступак може да се заврши. Дакле, запис броја је $(1101)_2$. Цео поступак се може илустровати и табличом:

$13 = 6 \cdot 2 + 1$	$6 = 3 \cdot 2 + 0$	$3 = 1 \cdot 2 + 1$	$1 = 0 \cdot 2 + 1$
1	0	1	1

Конверзије између бинарних и октальных, као и између бинарних и хексадекадних бројева могуће је вршити и знатно једноставније. Превођење између бинарних и хексадекадних бројева врши се тако што се преводи свака цифра појединачно на основу следеће таблице:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111

На пример, хексадекадни број $(3F8)_{16}$ бинарно се записује као $(00111111000)_{2}$, док се бинарни број $(100101101011)_2$ хексадекадно записује као $(96B)_{16}$.

1.2.2. Јединице за мерење количине података

Пошто се све информације у рачунару записују у облику бинарних бројева, основна јединица мере количине података је број бинарних цифара укупно употребљених за запис. Уместо термина „бинарна цифра“ често се користи скраћени термин **бит** (енгл. *bit – binary digit*). На пример, ако је неки податак записан помоћу 8 бинарних цифара, кажемо да он заузима 8 бита. Бит је веома мала количина информација. Једним битом могу се представити само број 0 и број 1. Већ представљање броја 2 захтева два бита (овај број се записује као $(10)_2$). Да би се кодирала било која смислена информација (на пример, једно слово неког текста), потребно је употребити неколико битова. Зато су рачунари тако организовани да се за запис сваког податка увек употребљава бар 8 битова, односно један **бајт**. Меморија рачунара је готово увек организована као низ бајтова (а не као низ појединачних битова) и сваки бајт (а не појединачни бит) има свој редни број, тзв. адресу у меморији.

Стога важи следећа дефиниција:
Слоган: **Бит је једна бинарна цифра, а бајт је 8 битова.**

Бит је једна бинарна цифра, а бајт је 8 битова.

бит

0 0 1 1 0 1 0 1

бајт (8 битова)

» Дефиниција

Основна јединица за мерење количине података је бит. Основна јединица мере количине података у данашњим рачунарима је бајт.

Бајт је такође мала јединица јер разликује само 2^8 , односно 256 могућности (и то су $(00000000)_2$, $(00000001)_2$, ... $(11111110)_2$, $(11111111)_2$). Зато се обично у пракси користе умношци бајта, односно јединице килобајт (kB), мегабајт (MB), гигабајт (GB), терабајт (TB).

Префикс кило- у рачунарству обично не означава 10^3 , односно 1000 као у физици, већ означава 2^{10} , тј. 1024. Тако мегабајт није милион бајтова, већ је нешто више од тога (односно $2^{20} = 1048576$ бајтова). Да би се избегла забуна, често се прави разлика тако што се уместо префикса кило- (k) користи префикс киби- (Ki), уместо мега- (M) користи се меби- (Mi), уместо гига- (G) употребљава се гиби- (Gi), а уместо тера- (T) чешће је тиби- (Ti) итд. Тако је кибибајт (KiB) увек недвосмислено 1024 бајта.

Намеће се питање колико је бајтова потребно да би се записали неки уобичајени садржаји (текст, слике, музика, филмови). У наставку ћемо детаљно описати како се они записују бинарним бројевима, али и без тога је могуће дати неке грубе процене. Ако се сваки знак у тексту представља једним бајтом (што је најчешћи случај), онда 1 kB садржи око 1000 знакова. Ако један ред текста има око 80 знакова, онда 1 kB може да представи 25 редова чистог текста (без додатних информација о његовом изгледу). Боја сваке тачкице слике (тзв. пиксел) најчешће се записује помоћу три бајта, па би слика која има димензију 1000×1000 тачкица заузимала око 3 MB. Међутим, пронађене су различите методе компресије слике (на пример JPEG) којима се слика записује са мање бајтова (уз незнатањ тубитак квалитета), тако да слика ове величине обично заузима само неколико стотина килобајта. Слично томе, један минут звука CD квалитета заузима око 10 MB, али када се компресује може да заузима и мање од 1 MB. Фilm који траје око два сата, снимљен са мањом компресијом (када се користи DVD), заузима неколико гигабајта, а снимљен са већом компресијом (обично се користи DivX или XviD) заузима мање од 1 GB (степен компресије бира се тако да цео film стане на компакт-диск).

Сваку меморију карактерише њен капацитет – количина података који могу у њој да се запишу. Данас се ова величина

Уобичајена величина филма, песме, слике и текста

Name	Size	Type
film.avi	733.4 MB	AVI video
pesma.mp3	6.0 MB	MP3 audio
slika.jpg	195.6 kB	JPEG image
tekst.txt	6.6 kB	plain text document

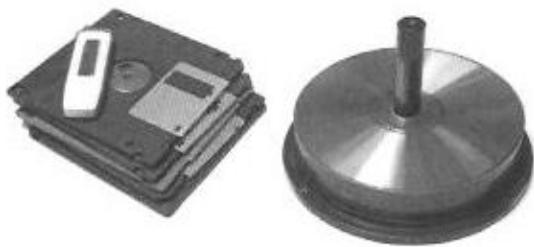
Уобичајени меморијски медијуми и њихови капацитети



изражава у гигабајтима, па тако дискови рачунара могу да ускладиште и не колико стотина гигабајта, флеш-меморије неколико десетина гигабајта, картице у паметним телефонима и фото-апаратима неколико гигабајта, компакт-диск око 700 MB, DVD око 4,7 GB итд.

Капацитети меморија брзо расту с напретком технологије. На пример, као што су првих флеш-меморија био је тек неколико мегабајта, а само неколико година касније њихови капацитети се изражавају у гигабајтима.

Капацитет меморија се толико повећава да сви медијуми приказани на слици заједно имају капацитет колико је једна данашња меморијска картица.



Занимљивост

Под претпоставком да један неурон представља један бит, процењује се да људски мозак склadiши до неколико терабајта података. Наравно, репрезентација информација у људском мозгу је другачија него у рачунарима (можемо рећи да мозак ефикасније врши склadiштење, те је количина информација предста вљена овом количином података много већа него она представљена истом количином података у рачуну). Такође, постоје неке процене да ланац ДНК човека садржи само неколико гигабајта података. С обзиром на то да се исте информације записују више пута, стварна количина информација у ДНК је много мања.

1.2.3. Дигитални запис података

Често се каже да живимо у дигиталном добу. Већина данашњих уређаја укључујући и све рачунаре, дигитална је. Користимо дигиталне фото-апарате, дигиталне телефоне, дигиталне уређаје за репродукцију музике, где смо дигитално записане филмове итд. Шта ово значи? Дигитални запис подразумева да су сви подаци записани у облику бројева. Дакле, све што је записано у вашем рачунару, на компакт-диску или флеш-меморији записано је у складу бројева. То значи да су све стике и песме које имате на рачунару и сви текстови које сте отпуштали записани искључиво коришћењем бројева. Помоћу се записују на медијима као што су папир, компакт-диск, магнетна трка итд. Тако се како искључује користе различити облици рачунарских меморија. Пре неколико година почели да се записују дигитални подаци са аналогним записом. За биско приказали однос аналогног (аналогног) и дигиталног (дискретног) записа, размотримо начин снимања музике и начин фотографирања које су користили ваши родитељи у складу са које музике користите ви. Кроз ово поређење објаснићемо како се савремени медији записују скимљени звук и фотографије.

Аналогни и
дигитални часописи



Дигитални запис звука

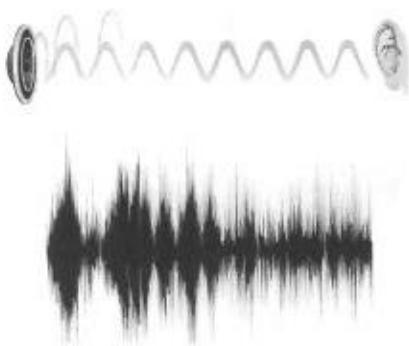
Из физике знате да звук чујемо захваљујући таласима који се простиру кроз ваздух. Звучни талас је континуалан (непрекидан) и у сваком тренутку времена дефинисан је његов интензитет (практично, сваком реалном броју из неког интервала могуће је доделити вредност функције интензитета звучног таласа). До пре дадесетак година аудио-снимци бележили су се искључиво на плочама или касетама које садрже магнетну траку. Приликом записа звука на плочу користила се игла, која ће вибрирала под утицајем звучних таласа и у пластични материјал урезивала шару која им одговара. Слично томе, глава за снимање на касетофону магнетисала би траку која се померала испред ње и количина намагнетисања одговарала би интензитету звучног таласа. Дакле, успостављана је аналогија између физичког сигнала који се записује и онога што је записано на медијуму (пластични плоче или магнетној траци). Приметимо и да је овакав запис на медијуму континуалан.

Приликом представљања звука у рачунару није могуће записати његов интензитет у произвољном временском тренутку (тренуци су континуални и има их бесконачно много, а капацитет рачунара је ограничен). Аудио-снимци се данас записују тако што уређај за снимање мери интензитет звучног таласа у правилним временским интервалима (и то више од 40 000 пута у секунди) и бројеве који указују интензитет (такозване семплове, тј. узорке) бележи у меморију. Овим долази до дискретизације времена (временски тренуци више нису представљени континуалним реалним вредностима, већ дискретним децималним вредностима). Међутим, и вредност интензитета таласа у фиксираном временском тренутку је реалан број и не може се записати савршено прецизно, већ се записује приближно. Дакле, врши се и друга дискретизација, овога пута интензитета звука, а он се представља коришћењем коначног броја допуштенih вредности (за запис се користе два байта, што допушта око 65 000 различитих вредности). Бољи квалитет се постиже ако се звук независно снима са два различита микрофона и репродукује независно на два звучника (стерео-звук). Све се више користи и вишеканално снимање (нпр. 5 + 1 систем).

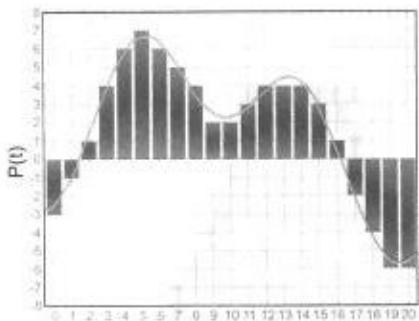
Плоче и касете су се користиле за аналогни запис звука.



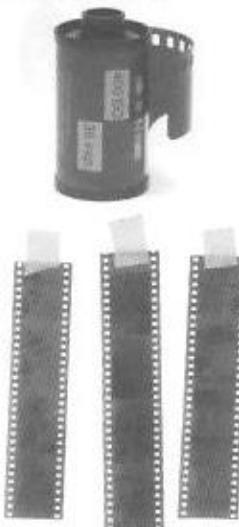
Звук се кроз ваздух простира као талас. Уколико се представи графиком, једна песма изгледа као график на слици.



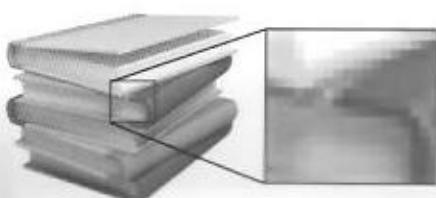
Дигитализација аналогног звучног сигнала



Аналогна фотографија:
филм за фото-апарат,
негатив на филму, процес
израде фотографија
(одозго надоле)



Дигитална слика је представљена ситним тачкама – пикселима. боја сваког пиксела представља се бројевима,



Дигитални запис фотографија

До пре десетак година најчешће се користила аналогна фотографија. У апарат би се стављао филм премазан емулзијом осетљивом на светлост. Слика која би се добила на филму након његовог развијања (потапањем у различите хемикалије), додуше у негативу, одговарала би сцени која се налазила испред фото-апарата у тренутку фотографисања. Такође, након израде коначне фотографије (опет осветљавањем и хемијским процесом), добијена слика на папиру би, овога пута директно, одговарала полазној сцени испред фото-апарата. Постојала би, dakле, одређена аналогија између онога што се фотографисало, слике на негативу и коначне слике на папиру, и она би била очигледна директним увидом у филм или фотографију.

Дигитална фотографија заснована је на другачијим принципима. Простор фотографије је дискретизован и издељен на квадратиће, који се називају **пиксели** (енгл. *pixel – picture element*). Што је пиксела више, слика је квалитетнија. Задатак фото-апарата је да за сваки пиксел слике запиши боју. Из физике знате да се светлост било које боје може разложити на светлост црвене, зелене и плаве боје. На пример, љубичаста је комбинација црвене и плаве светлости, а жута је комбинација црвене и зелене. Комбинација све три компоненте даје белу, а одсуство светлости даје црну. Интензитет сваке светлосне компоненте може се записати бројем, па се боја сваког пиксела може представити помоћу три броја. За запис интензитета сваке компоненте користи се коначан број допуштених вредности (најчешће 256 јер се за запис користи један бајт), па је и запис интензитета светлости одређене боје дискретизован. Dakле, ако се слика посматра као низ пиксела, а сваки пиксел се представља бројевима, онда се и цела слика представља као низ бројева. Фото-ћелија дигиталног апаратца дели простор на пикселе, мери количину сваке светлосне компоненте и добијене бројеве записује на меморијску картицу фото-апарата.

Ко жeli да зна више?

За запис фотографија каже се да је **растерски** или **бит-мапиран**. За запис цртежа и илустрација обично се користи **векторски запис**, који подразумева да је слика представљена математичким (координатним) описом геометријских ликова који сачињавају (линије, кругови, криве).

Дефиниција дигиталној и аналогној записа

Из претходна два примера можемо да закључимо да важи следећа дефиниција:

Дефиниција

Подаци су записани **дигитално** ако су записани помоћу низа бројева. Подаци су записани **аналогно** ако се континуалне промене сигнала записују одговарајућим континуалним променама медијума.

Пошто се у рачунару сви бројеви записују бинарно, често се дигитални запис идентификује са бинарним записом. Међутим, идеја записа слике или сигнала помоћу низа бројева најважнији је корак дигитализације, док је чинијеница да се ти бројеви даље записују бинарно само технички детаљ.

Медијум не мора једнозначно да одређује начин записа и на истим медијумима податке је могуће записивати и дигитално и аналогно. На пример, магнетне траке су се користиле и за аналогни запис звука и за дигитални запис рачунарских програма (често видео-игара).

Исте касете су се користиле и за аналогни запис звука и за дигитални запис програма.



Предности дигиталној записија појадавака и пошешкоће у његовом коришћењу

Које су предности дигиталног записа у односу на аналогни када је цела цивилизација протеклих деценија потпуно прешла на дигиталну технологију? Ако је дигитални запис толико добар, зашто се онда није користио?

Дигитални запис је веома тешко направити. Основни недостатак дигиталне технологије је то што се много теже реализује у односу на аналогну технологију. Ако се задовољимо лошим квалитетом записа, аналогну технологију могуће је реализовати релативно једноставно. Вешти уметници су портретисали и пре појаве фото-апарата, а прве фотографије, за данашње појмове веома лошег квалитета, појавиле су се још у 19. веку. Да би дигитална слика била употребљива (да се пикели не би разликовали толим оком), потребно је да је сачињава бар неколико стотина хиљада пиксела, што значи да је притиском на дугме потребно измерити и забележити стотине хиљада бројева. Једноставно је увидети да је овакав уређај веома компликовано направити.

Ипак, када се превазиђу почетни технолошки проблеми, предности дигиталног записа су огромне.

Дигитални запис је отпоран на промене медијума. Сви материјали са временом се мењају, папир жути, а трака се размагнетише. Ако је аналогна

Пожутела и с временом оштећена фотографија



Аналогно ретуширање (горе) и алатке за дигитално ретуширање фотографија (доле)



Toolbox



фотографија на папиру, када папир пожути, поквариће се и квалитет фотографије. Ако је на магнетној траци аналогно записан звук, када се трак размагнетише, поквариће се и квалитет звука. Међутим, ако се на папир за пишу бројеви, када папир пожути, информација коју бројеви носе остаје не промењена. Информација је присутна (у оригиналном облику) све док се папир толико не исквари да се више не разазнају написане цифре (на пример ако га оперемо у веш-машини). Дакле, дигитални запис решава проблем не избежне кврљивости медијума на којем су подаци записани. С обзиром на то да квалитет записа није у директној вези с квалитетом медијума, могуће је користити и неквалитетније и јефтиније медијуме (тако је данас просечна цена компакт-диска знатно нижа од просечне цене касете раније).

Дигитални запис омогућава копирање. Копирање аналогија записаних података је тешко. Да би квалитет копије био што вернији оригиналу, медијум на који се записује и уређај којим се копира морају бити веома квалитетни (самим тим су и скупи). На пример, да бисте ископирали папирну фотографију, морате поново да је фотографишујете, при чему је врло вероватно да ће бити могуће разликовати копију од оригиналa. Копирање дигитално записаних података своди се на преписивање бројева. Није неопходно да копија буде идентична оригиналу да би записана информација била идентична. На пример, ако прекопирате компакт-диск и под микроскопом упоредите оригинал са копијом, видећете да рупице нису апсолутно идентичне, али јединично је битно да се рупице на оба диска налазе на истом месту. Слично томе, ако фотокопирате свеску на којој пишу неки бројеви и учите те бројеве са фотокопираних страна, научићете исте бројеве као да сте учили из оригиналa иако је очигледно шта је копија, а шта је оригинал. Дакле, дигитални запис омогућава прављење копија које садржи апсолутно идентичну информацију.

Дигитални запис омогућава једноставну обраду. Обрада аналогија записаних података веома је компликована. Да бисте нешто променили на папирној фотографији, потребно је да по њој или по негативу цртате четкицом и на крају да направите нову фотографију. Аналогна обрада звука подразумева преснимавање звука коришћењем специјализованих машина (филтера), што је веома скupo. Међутим, када су подаци записани дигитално њихова обрада подразумева примену математичких операција како би се бројеви записа модификовали. С обзиром на то да рачунари веома успешно примењују математичке операције, сва обрада података се врши помоћу рачунара и специјализованих програма (нпр. *Adobe Photoshop* и *Gimp* користе се за обраду фотографија).

Дигитални запис омогућава једноставан пренос. Замислите колико је раније било компликовано када сте друштву желели да покажете како сте се провели на рођендану претходне вечери. Морали сте лично да носите

фотографије од једног до другог или да направите исте фотографије у великом броју примерака. Данас фотографије поставите на неку од друштвених мрежа и истог тренутка цело ваше друштво може да их види.

1.2.4. Кодирање карактера

У дигиталним рачунарима се све, па и текст, представља бројевима. Међутим, за разлику од слике и звука, који су природни, континуални сигнали који захтевају дигитализацију (тј. дискретизацију) да би били представљени у рачунарима, текст је вештачка људска творевина, која је већ дискретна, тако да га је много једноставније претворити у низ бројева. Текст је у рачунару увек представљен као **низ карактера**. Карактери су сви елементи од којих се састоји текст (слова, цифре, интерпункцијски знаци и специјални знаци, као што су размак или прелазак у нови ред). Да би се текст представио бројевима, врши се **кодирање карактера**. Кодирање сваком карактеру придружује јединствен број (његов **код**). На пример, ако се договоримо да се слово А представља бројем 1, Б бројем 2 итд, онда ће реч БАБА бити представљена бројевима 2121. Да би се текст унет на једном рачунару и у једном програму видео на исти начин у другом програму на другом рачунару, важно је да овај договор буде универзалан, односно да кодови придружене карактерима буду стандардизовани и да сви произвођачи рачунарских програма користе стандардна кодирања. Из тог разлога састављене су стандардне таблице у којима су пописани карактери и њихови кодови. Овакве таблице називамо **кодне стране** или **кодне схеме**.

У кодној страни, за сваки број је назначено који карактер тај број представља и како би тај карактер требало отприлике да изгледа, али није прецизно дефинисан изглед карактера. На пример, каже се да броју 353 одговара мало латиничко слово с са капицом (тј. слово š), али се не зна да ли му одговара слово Š, š или ѕ итд. Нумерички код карактера његова је **унутарња репрезентација**, док је оно како га видимо на екрану његова **спољна репрезентација**. Конкретан изглед карактера (спољна репрезентација) није одређена у запису чистог текста, већ њега одређују програми који читају записан текст и приказују карактере. За ово се обично користе сличице које се називају **глифови** (енгл. *glyph*) и које се приказују на екрану приликом приказа карактера. Појединачни глифови сакупљају се у групе, које се називају **словни ликови** или **фонтови** (енгл. *font*).

Ко жели да зна више?

Чист текст (сакреiran у најједноставнијем програму за његову обраду, као што је **Notepad**) записује се простим кодирањем сваког његовог карактера. Међутим, ако је текст форматиран (на пример, формирањем процесора текста као што је **Microsoft Word**), уз карактере се записују и додатне информације о изгледу текста, кодиране на неки специфичан начин, о чему овде неће бити речи.

Унутарња
репрезентација карактера

0459 Ј
CYRILLIC SMALL LETTER LJ
• Serbian, Macedonian
→ 0109 lj latin small letter lj

Спољна репрезентација
карактера – фонтови



Приликом рада са текстом увек се користе два поступка. Док се куца, текст се претвара у низ бројева (користећи притом неку кодну страну), а када се приказује, овај низ бројева претвара се натраг у карактере (опет уз коришћење неке кодне стране). Сам низ бројева не прати увек информација о томе на основу које кодне стране су ови бројеви одређени, што може да доведе до проблема. Може да се деси да програм у коме се текст уноси користи једну кодну страну, а да програм који текст приказује користи неку другу. Тада се на екрану приказују карактери које аутор није имао на уму приликом уноса текста (иако су бројеви, односно подаци исти, њихово тумачење је погрешно, па се информација нетачно преноси).

Ко жели да зна више?

Вероватно сте приметили да се некада, када пустите филм са титлом, уместо карактера ё приказује карактер æ, а уместо карактера ç приказује се карактер è. Ради се о томе да су ови карактери представљени истим бројем (ё и æ представљени су бројем 230, а è и è бројем 232), али у различитим кодним странама. Да би се ствар поправила, потребно је да програм који приказује текст подесите тако да користи исту кодну страну коју је аутор користио када је снимао превод филма.

Најзначајније кодне стране

Пре одређивања бројевних кодова за сваки појединачни карактер, потребно је одредити који се скуп карактера уопште кодира. Иако је пожељно да се кодира скуп карактера који објединује различита писма (латиницу, ћирилицу, грчки алфабет, кинеско писмо итд.), некада су рачунари били скромнијег капацитета и обично су допуштали само коришћење мањег скupa карактера. С обзиром на то да су први електронски рачунари настали у Сједињеним Америчким Државама, које су водећа земља кад је рачунарство у питању, рани рачунари су допуштали кодирање искључиво карактера за енглеско говорно подручје.

ASCII

Почетком 1960-их, у САД је стандардизована таблица која се назива ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*), која кодира 128 карактера који се користе на енглеском говорном подручју.

Таблица ASCII осмишљена је тако да буде практична, па се у њој кодови свих цифара, свих малих и великих слова искључиво узастопно, или се, пак, бинарни записи кодова одговарајућих малих и великих слова разликују тачно у једној цифри. Прва 32 карактера су специјални, контролни карактери и нису им придржани графички ликови (сплифови). Већина контролних карактера данас се не употребљава, али се ипак карактери CR и LF користе

да означе прелазак у нови ред (у неким оперативним системима користи се један, у неким други, а у неким оба у комбинацији). Таблица ASCII додељује кодове за само 128 различитих карактера. Ово значи да је довољно 7 битова за запис сваког кода, али с обзиром на то да

се рачунари граде тако да се подаци записују као низ бајтова, данас се запис сваког кода из таблице ASCII користи 8 битова. Иако је донекле превазиђена новијим стандардима, таблица ASCII је представља основу за њихов настанак и свакако има смисла добро је проучити.

Unicode

Како је капацитет рачунара растао и како су рачунари почели да се користе у све већем броју држава, јавила се потреба за креирањем јединственог стандарда који би обухватио све карактере свих језика. Данас се за ова нешто користи **Unicode**, настао почетком 1990-их. Unicode је за циљ имао да буде: универзалан (енгл. *UNIversal*) – покрива све савремене језике са писмом, јединствен (енгл. *UNIque*) – нема дуплирања карактера јер се кодирају писма, а не језици, и униформан (енгл. *UNiform*) – сваки карактер се кодира истим бројем битова.

Unicode у својој основној вишејезичкој равни садржи 65 536 карактера (чији се кодови записују помоћу два бајта) и који су довољни за запис већине живих језика. Првих 128 карактера у таблици Unicode поклапа се са табелом ASCII. Наредних 128 чине карактери западноевропских латиница, након тога остали латинички карактери (међу којима су и наше Š, š, Č, č, Đ, đ, Č, č и Ž, ž), затим Ћирилица, грчка слова итд.

Unicode сваком карактеру додељује јединствени нумерички код. Кодови карактера основне равни могу се записати помоћу два бајта и овај начин записа некада се назива **UCS-2**. Међутим, ако се на овај начин кодира текст који је на енглеском језику и који користи само ASCII карактере, дешава се да сваки други бајт у запису има вредност 0 (јер ASCII карактери и у таблици Unicode имају веома мале бројевне вредности). Ово је нерационално и представља проблем старијим програмима. Зато се уместо UCS-2 често користи једна модификација Unicode кодирања која се назива **UTF-8** (енгл. *Unicode Transformation Format*). UTF-8 за језике који се пишу латиницом, нарочито за енглески, нуди велике предности у односу на UCS-2. Идеја је да се карактери кодирају различитим бројем бајтова: ASCII карактери се кодирају једним

Таблица ASCII (када се споји број врсте и број колоне добије се хексадекадни запис кода одређеног карактера; на пример, слово A има код $(41)_{16} = (01000001)_2 = 65$, а слово a има код $(61)_{16} = (01100001)_2 = 97$).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	NUL	STX	SOT	ETX	EOT	ENQ	ACK	BEL	BS	HT	LF	VT	FF	CR	SO	SI
1	DLE	DC1	DC2	DC3	DC4	NAK	SYN	ETB	CAN	EM	SUB	ESC	FS	GS	RS	US
2	!	"	#	\$	%	&	*	()	*	*	,	-	.	/	
3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?
4	@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
5	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	Ł	ł	ż	ł	ż
6	‘	‘a	‘b	‘c	‘d	‘e	‘f	‘g	‘h	‘i	‘j	‘k	‘ł	‘m	‘n	‘o
7	‘p	‘q	‘r	‘s	‘t	‘u	‘v	‘w	‘x	‘y	‘z	‘{	‘	‘}	‘-	DEL

Кодови Unicode неких карактера

P 0420	A 0430
C 0421	Б 0431
T 0422	В 0432

Разноврсност таблице Unicode

А а В в С с Đ đ Ѓ
Н н ј љ ј љ Ј ј Ђ
҆ ѕ ќ џ џ џ
҂ љ ў ў љ ў љ

бајтом (и то истим бајтом којим би били кодирани и у ASCII запису), остали латинички карактери, грчка слова и ћирилички карактери кодирају се помоћу два бајта, док се, на пример, кинески карактери кодирају помоћу три бајта. Постоји прецизан поступак који на основу броја неког карактера у таблици Unicode одређује бајтове којима се тај карактер представља у запису UTF-8.

Ко жели да зна више?

Иако су ASCII и Unicode најзначајнији начини кодирања текста, они нису једини који се користе. За српски језик значајне су и кодне шеме ISO-8859-2 и Windows-1250, које садрже све латиничке карактере који се користе у запису српског језика, и ISO-8859-5 и Windows-1251, које садрже ћириличке карактере. У свим овим стандардима сваки карактер кодира се по једним бајтом, али није могуће у истом тексту мешати карактере различитих писама. Раније се користио и седмобитни систем који се називао YU-ASCII (или YUSCII).

Сажетак

- У бинарном бројевном систему сви бројеви се записују само цифрама 0 и 1. Рачунари почивају на бинарном бројевном систему зато што је њега једноставно реализовати на бистабилним елементима. Поред декадног и бинарног система, у рачунарству се користе и октални и хексадекадни бројевни систем због њиховог лаког превођења у бинарни систем и обратно. Конверзије из једног бројевног система у други могу се радити калкулатором (који је обично већ инсталiran на рачунару).
- Бит је једна бинарна цифра. Бајт је низ од осам бинарних цифара. Количина података обично се изражава у већим јединицама од бајта (килобајт или кибибајт, мегабајт или мебибајт, гигабајт или гибибајт, терабајт или тибибајт). Текстуални документи обично заузимају неколико десетина килобајта, слике неколико стотина килобајта или неколико мегабајта, песме по неколико мегабајта, а филмови по неколико стотина мегабајта или неколико гигабајта. Капацитет данашњих рачунарских меморија обично се изражава у гигабајтима.
- Подаци су записани аналогно ако се континуалне промене сигнала записују креирањем одговарајућих континуалних промена медијума. Подаци су записани дигитално када су записани у виду низа бројева. Слика се дигитално записује тако што се подели на ситне квадратиће (пикселе), а затим се за сваки пиксел запише податак о његовој боји. Боја се записује обично помоћу три бајта, тако што се запише колико црвене, зелене и плаве светlostи садржи (RGB модел). Звук се записује дигитално тако што се његов интензитет мери у правилно распоређеним временским тренуцима (обично неколико десетина хиљада пута у секунди) и потом се забележе ови подаци (семплови). Дигитални запис је технички тешко остварити, али када технологија дође до тог нивоа, предности оваквог записа су вишеструке (отпорност на промене медијума, једноставно копирање, обрада, пренос).
- Текст се у рачунарима представља као низ карактера (слова, цифара, интерпункцијских знакова, али и неких специјалних контролних карактера). Фонтови су збирке глифова – сличица које се приказују приликом приказа карактера. Чист запис текста садржи само податке о карактерима који га чине, а не и фонтове. Сваки карактер се представља неким бројем, на основу стандардизованих табела, које се називају кодне стране. Историјски гледано, најзначнија табела карактера је ASCII – садржи само карактере потребне за запис текстова на енглеском језику. Сваки карактер се кодира једним бајтом. Данас се углавном користи Unicode, који дефинише универзални скуп карактера (сви живи светски језици). Карактери се обично кодирају са два бајта (UCS-2) или са променљивим бројем бајтова (UTF-8).

Питања и задаци за вежбу

1. Запиши следеће декадне бројеве у бинарном бројевном систему са осам цифара: а) 28, б) 42, в) 123, г) 211, д) 255. Који су бројеви одређени бинарним записима: а) 101101, б) 1101001, в) 1011011?
2. Колико је различитих бројева могуће записати помоћу четири, осам, шеснаест бинарних цифара?
3. Зашто се у рачунарима сви бројеви записују у бинарном бројевном систему? Зашто се користи хексадекадни систем?
4. Шта је бит? Шта је бајт? Шта је килобајт? Шта је кибибајт? Колико се различитих бројева може записати помоћу једног, два, три и четири бајта?
5. Колики је капацитет диска твог рачунара или рачунара у твојој школи? Колики је капацитет његове главне меморије? Колики је капацитет меморијских картица за дигиталне фото-апарате?
6. Колико отприлике филмова, а колико песама може да стане на флеш-меморију капацитета 32 GB?
7. Шта значи да је неки садржај компресован? Покушај да сазнаш који су најчешћи формати компресованих слика, а који су најчешћи формати компресије музике. Покушај да сазнаш шта значи да је нека компресија са губитком информације, а нека без губитка информације.
8. Шта значи да је неки сигнал дигитално записан? Шта значи да је неки сигнал аналогно записан?
9. Наведи и објасни основне предности дигиталне технологије у односу на аналогну. Зашто се дигитални запис слика и звука није користио 1950-их?
10. Замисли да имаш две флашице за млеко (са уцртаним подеоцима). Ако у једну успеш 35 cl воде, а у другу 25 cl, па онда преспеш све у једну, колико би воде било у тој једној? Да ли је ово дигитални или аналогни уређај за рачунање? Да ли су данашњи рачунари дигитални или аналогни?
11. Шта је пиксел? Шта је семпл? Колико се бајтова обично користи за запис боје сваког пиксела? Који модел боје се обично користи? Колико бајтова се обично користи за запис семпла?
12. Колико пиксела обично данас имају дигиталне фотографије снимљене неким јефтинијим, а колико оне снимљене неким скупљим фото-апаратом?
13. Шта значи да је звук снимљен у стерео-технички? Шта су системи 5 + 1?
14. Шта су карактери? Шта су глифови? Шта су фонтови? Да ли је сваком карактеру придружен глиф? Којим се карактерима обично означава прелазак у нови ред?
15. Када је настала таблица ASCII? Које карактере она дефинише? Зашто рачунари одмах нису користили богат, универзалан скуп карактера? Када је настала таблица Unicode? Које карактере она дефинише? Зашто је уведен UTF-8? Које су његове предности у односу на UCS-2?
16. Како се према таблици ASCII кодира реч „informatika”? Да ли је могуће кодирати реч „računarstvo”? Зашто? Колико бајтова заузима реч „računarstvo” ако се кодира системом кодирања Unicode/UCS-2, а колико системом кодирања Unicode=UTF-8? Колико бајтова заузима реч „рачунарство”?

Спољне референце

Слободно доступна електронска књига на адреси http://en.wikibooks.org/wiki/A-level_Computing/ садржи информације о основама рачунарства (између осталог и о репрезентацији података).

Основне информације о битовима и бајтовима и запису података у рачунару можете наћи на адреси <http://computer.howstuffworks.com/bytes.htm>.

Више информација о компресији података можете пронаћи на адресама <http://computer.howstuffworks.com/file-compression.htm> и http://en.wikipedia.org/wiki/Data_compression.

JPEG (<http://en.wikipedia.org/wiki/JPEG>) је најкоришћенији алгоритам за компресију фотографија.

MP3 је најкоришћенији алгоритам за компресију звука (<http://en.wikipedia.org/wiki/MP3>).

Таблице Unicode можете пронаћи на адреси <http://www.unicode.org/charts/>. Детаљније информације о кодирању UTF-8 можете наћи на <http://en.wikipedia.org/wiki/UTF-8>.

1.3. Развој информационих технологија

Циљ ове главе је да одговори на следећа питања:

- Какве су справе људи користили за рачунање у древним цивилизацијама?
- Када су први пут направљени и како су изгледали механички калкулатори који су омогућавали брзо сабирање и одузимање, а затим и множење и дељење?
- Када се први пут јавила идеја да се направи универзални рачунар који може да се програмира за решавање различитих задатака?
- Када су се први пут појавили и како су изгледали савремени електронски рачунари?
- Када су се појавили и како су изгледали први кућни рачунари?

Да ли сте се икада занимали од када потичу рачунари? Хајде да вам за голицамо машту и тестирамо интуицију са неколико једноставних питања. Одговоре ћете наћи даље у тексту – немојте се изненадити ако буду другачији него што сте очекивали.

- Каква је веза између ткања таписерија за француске дворове и програмирања?
- Када је конструисан први рачунар са процесором и меморијом који је могао да се програмира? Када је осмишљен први штампач? Да ли је некада направљен рачунар са погоном на угљ?
- Зашто се један програмски језик назива Pascal, а други Ada?
- Каква је веза између насељавања Америке, каубоја, Индијанаца и компаније IBM?
- Када је измишљена и како је изгледала рачунска справа коју су астронаути носили на Месец?
- Да ли је могуће направити рачунар који може да реши било који математички задатак? Ако занемаримо брзину, да ли данашњи рачунари могу да израчунају нешто више него рачунари из прошлих векова? Да ли ће рачунари у будућности моћи да израчунају још више?
- Када су рачунари почели да се користе у кућама? Када је направљена прва рачунарска игра?

Размотримо значајне тачке на путу који је наша цивилизација прешила док нису настали данашњи рачунари. Сигурно ћемо учинити неправду пре ма многима који су допринели развоју рачунарства. Развој цивилизације је обично комбинација фаза револуције и еволуције. Револуције су тренуци када се праве велики помаци и када се појављује нешто потпуно ново, до то-

изнутра навиђено. Обично је то само идеја или неки рани прототип, а онда у дугом периоду, периоду еволуције, нова идеја прихвата, побољшава и настају софистицирани производи. Иако многи вредно раде на томе, обично остају упамћени само револуционари – они који су први неку идеју опишали или остварили.

1.3.1. Рачунске машине – калкулатори

Примећанички период

Развој рачунарске технологије у тесној вези са развојем математике. Људи су од памтивека имали потребу да обављају математичке операције. У преисторији људи су чували стоку и морали су с времена на време да преброје своје стадо. Бројеве би бележили зарезима на неком предмету. Тако је у Африци, у области Ишанго (данашња Демократска Република Конго) пронађена кост на којој су зарезима обележени бројеви прилично напредно класификовани према својим математичким особинама (на пример, сви бројеви на једној кости су прости) и спекулише се да је та кост још пре 20 000 година коришћена у извршавању неких математичких операција.

Када су се људи везали за земљиште и када су се формирале прве насеобине (у такозваној урбаној револуцији), уведена је трошка, па је потреба за математичким операцијама била све јача. Развиле су се геометрија и аритметика и људима је све више била потребна помоћ у рачунању. Почињу да се користе **абакуси** – рачунаљке сличне онима које сте и ви користили у основној школи. Речи абакус и рачунаљка имају исти корен – „рачун”, додуше на различитим језицима. Абакусе су користили још у старој Месопотамији, Египту, Кини, Грчкој и Риму. Било је једноставнијих, али и оних компликованијих, код којих су куглице на различитим позицијама означавале различите бројевне вредности (слично као што данас позиције цифара одређују вредност броја који представљају). Механизам пронађен на грчком броду **Антикитера**, чији је изграђен тек недавно откривен, био је за то доба изузетно напредна рачунарска справа. У раном добу људске цивилизације било је и других направа које су помагале у рачунању. Ипак, све су оне за данашње појмове примитивне.

Веома је тешко бавити се аритметиком ако не умемо да запишемо бројеве на одговарајући начин. Замислите, на пример, који је компликовано помножити два броја записана у римском

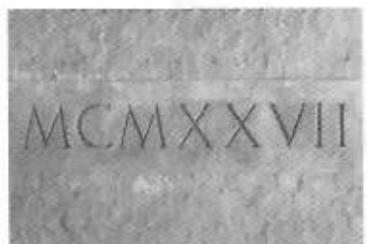
Кост из Ишанга



Абакус



Римски бројеви се и данас користе за обележавање године изградње неког објекта.



бројевном запису. Шта да радимо и одакле да започнемо рачун ако нас неки пита колико је XIX пута XI.VII? Данас, када користимо позициони декадни бројевни систем, рачунање је много лакше. Овај начин записа бројева развије је у Индији, а касније је коришћен у арапском свету и у Персији. Персијски математичар **Ал Хорезми** описао је поступке рада са овим бројевима, које касније у Европу донео **Леонардо Фиbonachi**.

Арапске цифре у почетку нису изгледали исто као данас.

۱ ۷ ۳ ۹ ۴ ۶ ۷ ۸ ۹

Ко жели да зна више?

Данашњи бројевни систем називамо „арапским”, али је исправније рећи „индо-арапски” јер су га Арапи преузели из Индије. Европа га је преузела од Арапа (са Близког истока и из Персије), па отуда и назив „арапски”. Док је Европа спавала у тзв. мрачном средњем веку, у арапском свету су наука и математика цветале. У 9. веку арапски математичар Абу Абдулах Мухамед ибн Муса ал Хорезми (обично се памти само **Ал Хорезми**) написао је неколико књига о математици. Једна је говорила о поступцима за решавање једначина и из њеног латинизованог дела наслова „**ал ՚абр**” потекла је данашња реч алгебра. Друга књига је у Европи постала позната под латинским називом *Algoritmi de Numero Indorum*, што је требало да значи „**Ал Хорезми, о индијским бројевима**”. Међутим, заборавило се да је *Algoritmi* име аутора и устало се превод „**Поступци рачунања индијским бројевима**”. Од тада реч алгоритам означава произвољан, обично математички поступак и одомаћила се у области рачунарства. Након дугог средњовековног сна, античке вредности, култура, уметност и наука почину опет да побуђују интересовање људи у Европи. Наступа доба ренесансне. У 13. веку, у сам освitet ренесансне, **Леондардо Пизано Фиbonachi** доноси индо-арапске бројеве у Европу. Он проводи део младости на северу Африке, где уочава да локални трговци користе запис бројева са којим је много лакше радити него што је он радио са римским бројевима. Заинтересовао се за ово и од водећих арапских математичара тога времена учио је математику. Када се вратио у Европу, објавио је књигу *Liber Abaci*, што значи „**Књига о рачуну**” – сећите се да и реч абакус има исти корен као реч абачи. Књига је веома добро прихваћена међу образованим људима у Европи и имала је огроман утицај на даљи развој европске математике, али најважније је то што је Фиbonachi у овој књизи Европи представио индо-арапске бројеве.

Гутенбергова штампарска преса

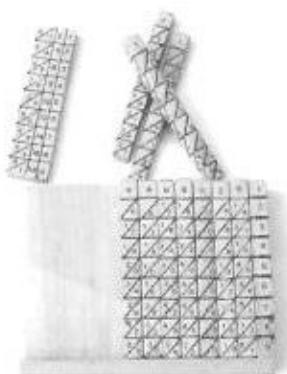


У средњем веку у Европи долази до стагнације научне мисли, али добијајући ренесансне донеће многе нове, важне справе. Захваљујући штампарској преси, изуму **Јохана Гутенберга**, књиге нису морале више да се препишују, што је повећало доступност знања и становништву омогућило шире образовање. Замислите колико је било захтевно преписати једну књигу, ако се знање споро ширило када је за сваку књигу постојало тек по неколико примерака.

Током ренесансне епохе су се користиле и разне аналогне рачунске справе. Поменимо **Неперове кости**, чијим се слагањем могло сабирати, множити, поделити и вадити квадратни корен. Међутим, један проналазак из 17. века за-

ек да се толико дуго да су га чак и астронаути носили на Месец да дни рачунали помоћу њега. Ради се о **клизајућем лењиру** (шибер), који је измислио **Вилијем Отред** и који омогућава различите аритметичке операције над реалним бројевима (сабира се клизањем лењира, а је један начин јер се у неком облику своди на сабирање ко- ћењем логаритама).

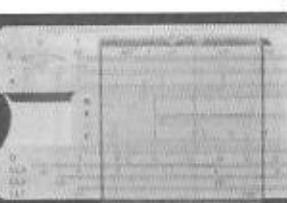
Неперове кости



Механички период

Клизајући лењир је аналогне справе и ни по чему не личе на данашње калкулаторе. Оно што, међутим, представља важан део историје праштњег рачунарства јесу дигитални механички калкулатори, који почину да се праве у 17. веку. Највећа потреба за рачуном, наравно, постојала је у трговини, тако да се за већину ових калкулатора слободно може рећи да су претеча данашњих каса које видимо у продавницама.

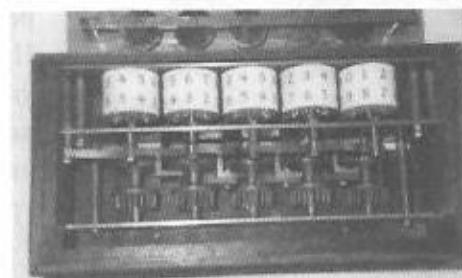
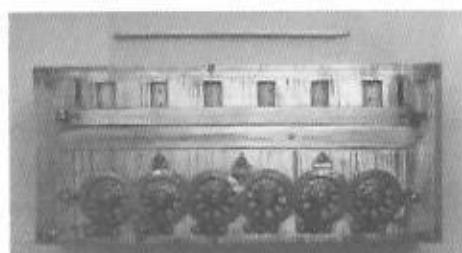
Прве успешне машине за рачунање направио је **Блез Паскал**, које по њему називају **паскалине**. Паскалине су могле да сабирају и (на неки начин) одузимају целе бројеве. Машине су имале по неколико цифара (од 5 до 10), а позиција сваке цифре одређивала је вредност броја. На свакој позицији налазио се дисплеј (рупица испод које се ротирао зупчаник са картоном који је приказивао тренутну вредност цифре) и зупчаник којим се уносила нова вредност цифре на тој позицији. Контролник је прво уносио цифре првог сабирка, а затим цифре другог сабирка, при чему би се након уноса другог сабирка на дисплеју приказио збир.



У механичком периоду, справе су имале много зупчаница.



Паскалина (споља и изнутра)

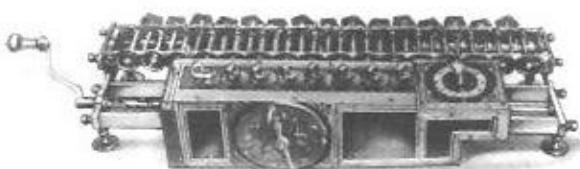


Жели да зна више?

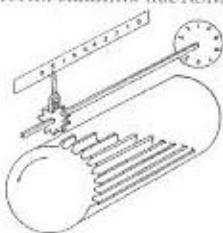
За Паскала сте сигурно чули и раније, на часовима математике или физике. Као ренесансни човек, бавио се различitim областима науке, која у то време није јасно подељена као што је данас. Прве Паскалове машине биле су специјализоване за рад са француским новцем тога времена. Касније, машине су могле да раде са француским системом мера, али и с општим бројевима. Паскал је био тек нешто старији од вас када је дизајнирао своје прве машине – имао је само 19 година. Паскалине су по некома је прве – оне су, између остalog, први калкулатори који су израшићени у канцеларијском пословању, који су патентирани, комерцијално продавани (продато их је око 20) и описани у енциклопедији. Додуше, и пре Паскала било је покушаја производња механичких рачунских машина (поменимо извесног Шибера и његов сат), али они нису успешно реализовани. У Паскалову част назван је програмски језик **Pascal**.

Иако се данас сматрају веома успешним уређајима, паскалине су имале једну озбиљну ману – нису могле да множе и деле, осим коришћењем узастопних сабирања и одузимања, што је корисницима одузимало много времена и било веома мукотрпно. Почетком 18. века велики немачки научник **Готфрид Вилхелм Лайбницац** (о којем ћете учити на часовима математике и филозофије) донекле је унапредио Паскалов дизајн и осмислио машину која би аутоматски могла да извршава све четири аритметичке операције, али ни ова машина није у потпуности успешно направљена.

Прототип Лайбницове машине
(који није потпуно исправно радио)



Степенасти зупчаник који је у основи Лайбницове машине и многих машина насталих после ње



Ко жели да зна више?

Лайбницац је веровао да се све људске идеје могу извести од неких основних применом логичких операција. Врхунац би био да се све људске дилеме сведу на неки универзални симболички језик, а онда (помоћу машине) израчунати тачан одговор. Чувен је Лайбницов усклик **Calculemus!** – Израчунајмо! Замислите, покушавате да убедите родитеље да је неопходно да вам нешто купе, не можете да се договорите ко је у праву, а онда заједно убаците ваш проблем у рачунар и рачунар потврди да сте, наравно, ви у праву. Иако су рачунари данас веома моћни, овакво нешто ипак не могу да ураде, нити ће икада моћи. Наиме између два светска рата доказано је да постоје (чисто математички) проблеми које ниједан рачунар никада неће бити у стању да реши, што је потпуно расправшило Лайбницове снове, и о томе ће бити речи даље у уџбенику. Лайбницац је био и један од првих математичара који су проучавали бинарни бројевни систем, који је основа рада данашњих дигиталних рачунара.

Аритмометар

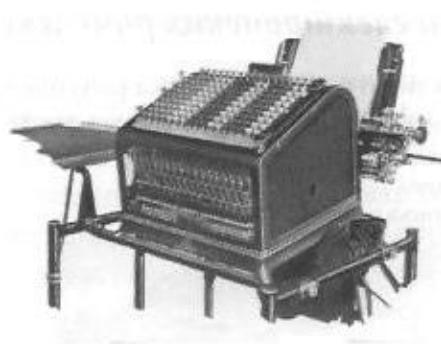


На основу Лайбницових идеја (пре свега посебне врсте зупчаника који се могао користити за множење) Томас де Кулмар је у првој половини 19. века (обратите пажњу, ово је више од 100 година после Лайбницаца) успео да направи **аритмометар**, справу која је успешно изводила све четири основне рачунске операције. Ова се справа успешно производила и продавала све до Првог светског рата. Накнадно су направљене машине које су уместо зупчаника имале тастере за уношење бројева (на пример **комптометар** или **Бароузова рачунска машина**) и личиле су на касе које су се користиле у самопослугама. Овакве машине употребљавале су се све до 1970-их.

Комптометар



Бароузова машина



Механичка каса



Електромеханички период

Друга половина 19. века доноси нову технологију – људи почињу да користе електричну енергију. Појављују се телеграфи и телефони, тако да се информација може препети на даљину. У то доба све направе комбинују електромагнетне компоненте са механичким направама, па се овај период назива електромеханичким периодом. У то доба и рачунске машине почину да се праве од електромеханичких компонената – најчешће прекидача и релеја. Једна од веома успешних машина тога доба била је машина за аутоматску обраду резултата пописа становништва у САД, коју је направио Херман Холерит, чиме је значајно убрзao овај процес.

Ко жели да зна више?

Друга половина 19. века била је веома бурна у Сједињеним Америчким Државама. Милиони људи смигрирали су у потрази за бољим животом, па у САД започиње насељавање западних делова и воде се борбе против Индијанаца. За службенике завода за статистику задужене за попис становништва, друга половина 19. века била нимало повољна. Пописи су се обављали на сваких десет година. Тако је један попис био 1880, али с обзиром на то да је податак било пуно, потребно је било осам година да се обраде сви резултати. За осам година, наравно, много тога би се променило и доћени резултати били су већ прилично застарели. Процењивало се да би се на резултате следећег пописа чекало више од десет година. Тада на сцену ступа Херман Холерит. Захваљујући његовој машини резултати пописа из 1890. године били су обрађени за само годину дана. Ово је био велики успех. Холеритове машине су почеле да се продају, он се обогатио и основао је компанију, која је касније називана *Industrial Business Machines Corporation*. Чули сте сигурно за то да, то је IBM.

У електромеханичком периоду спрave су имале много релеја.



Холеритова машина коришћена за обраду резултата пописа из 1890. године

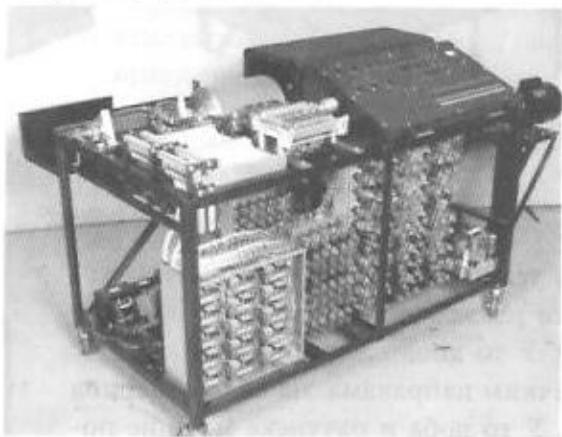


Појава електронских рачунских машина

Прва потпуно електронска рачунска машина осмишљена је пре, а реа... Жакаров разбој са бушеним картицама

ABC – прва потпуно електронска рачунска машина

У електронском периоду, спроведену су у почетку имале много вакуумских цеви.



није у потпуности била завршена. Машину су у Сједињеним Америчким Државама направили Џон Атанасофф и Клифорд Бери и звали су је ABC (Atanasoff-Berry Computer). Направљена је да решава системе неарних једначина (ви познајете системе две једначине са две непознате, или овде их је било много више). Било их је тешко ручно решавати, користила је електронске компоненте (делове који су радили на струји) и бинарни бројевни систем, али није могла програмирати.

1.3.2. Рачунари који се могу програмирати

Прва машина која се могла програмирати

Оно што је изузетно код данашњих рачунара јесте то што су универзални, односно то што могу да се програмирају за извршавање потпуно различитих задатака. Ипак, ако се запитамо шта може да се прогласи за прву машину која се могла програмирати (или, како се то још зове – **програмабилну машину**), то уопште није био рачунар. Морамо се вратити кроз историју на француски двор (на пример, неког од Лујева) и видети се да су тамо видови обично били прекривени тканинама цветним дезенима или неким шарама. Ове тканине су прављене великим разбојима, на којима су радници, обично ручно, одређивали шаре провлачењем нити различите боје. На самом почетку века (дакле, у доба Наполеона и Карађорђа), Жозеф Мари Жакаров је осмислио је разбој који је олакшао и аутоматизовао овај процес.

Разбој је примао бушене картонске картице на којима је распоређена рупа одређивао шару која се тка, тако да је овај ткачки разбој био прва машина која се могла програмирати, и то тако што се програма уносио на бушене картице и убацивао у машину. Бушене картице су се користиле веома дugo за убаџавање програма и података у рачунаре – све до 1980-их.

Жакаров разбој са бушеним картицама



Легаја рачунара који се може програмираји

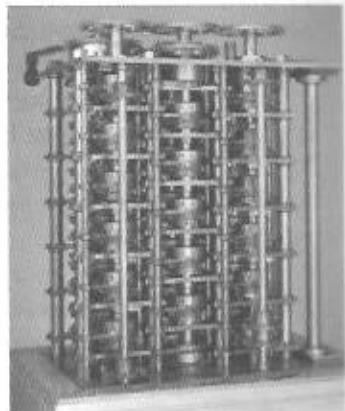
Жакаров разбој је био прва машина која се могла програмирати, али се не може сматрати првим програмабилним рачунаром. Већине људи мисли да ера савремених рачунара почиње негде 30-их или 40-их година, и то је сасвим тачно. Једини проблем је у томе што се често погрешно мисли на 20. век, али да бисмо нашли пионире и њихова идеје које су обликовале ово што данас доживљавамо као савремено рачуарство, морамо да се вратимо још стотинак година раније у 19. век. Чарлс Бебиџ је осмислио неколико рачунских машина. Једна од њих била је **диференција машина**, која је служила за табелирање вредности математичких функција. Неупоредиво значајнија је **аналитичка машина**, која је први икада осмишљени рачунар који је могао програмирати. Дакле рачунар, а не калкулатор, у пуном данашњем смислу те речи. Рачунар је имао складиште (меморију) за податке (декадно записане бројеве) и млин (процесор) који је могао да извршава основне аритметичке операције. Програми би се убацити коришћењем бушењених картица какве је користио Жакар. У писању програма помагала му је Ада Лавлејс, ћерка Лорда Бајрона, која се зато сматра првим програмером у историји. Иронично, Бебиџ није успео да реализује ниједну машину коју је осмислио јер технологија тога доба то није дозвољавала.

Ко жели да зна више?

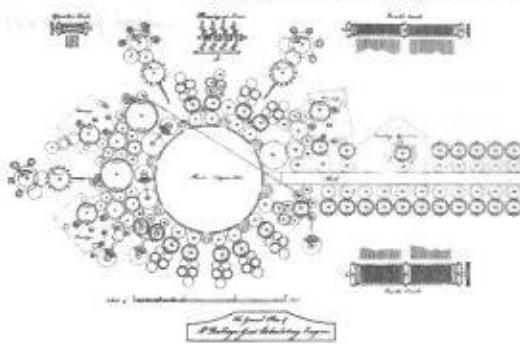
Како чувени математичар и енглески аристократа, Чарлс Бебиџ је покушавао да обезбеди финансирање израде рачунских машина којима је био фасциниран. С обзиром на то да су таблице математичких функција биле неопходне за навигацију, од енглеске владе успео је да обезбеди новац за израду своје **диференцијне машине**. Она би била повезана са штамарском пресом и штампала би таблице вредности математичких функција (синусе, логаритме и друге о којима ћете тек читати) израчунате свођењем на рачунање вредности полинома применом основних аритметичких операција.

Међутим, као велики визионар предан својим новим идејама, уместо да заврши диференцијну машину, кренуо је да прави нешто много боље – **аналитичку машину**. Аналитичка машина је први икада осмишљени програмабилни рачунар – дакле рачунар, а не калкулатор, у пуном данашњем смислу те речи. Имао је складиште у које су се смештали подаци (декадно записани бројеви) и млин који је могао да извршава основне аритметичке операције. Програми би се убацити коришћењем бушењених картица, а постојао би и штампач, плотер, звонце и слични уређаји. То дивно звучи, али Бебиџ је живео у Енглеској у првој половини 19. века – добу које није било спремно за рачунаре. То је доба индустријске револуције, железнице и парних машина и да би се створила сила потребна за претварање зупчаника, потребно је убацити угљу у котао, заложити ватру и тек после неког времена добити пару под притиском, која може да покреће машину за рачунање. Признаћете да из данашње перспективе рачунар на угљ и пару делује веома нереално, и заиста, та идеја је била неизводљива. Технологија тога доба није била наклоњена прецизним стварима какви су рачунари и јасно је

Диференција машина (фрагмент)



Планови за аналитичку машину

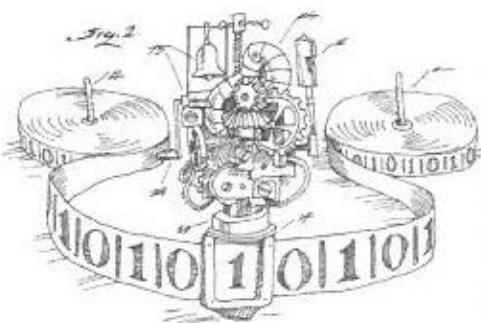


да аналитичка машина није могла бити направљена. Раме уз раме са Леонардом да Винчијем или Жилом Верном, Бебиц је ишао испред свог времена и прве машине које су по својој функцији и архитектури одговарале аналитичкој машини направљене су тек 100 година после њега. Бебиц није направио ниједан сачувани рачунара које је детаљно осмислио, али је упросто доказао да су Бебицови планови били исправни. Тренутно је у току и пројекат израде аналитичке машине на основу Бебицовых планова.

Живот Чарлса Бебица и рад на аналитичкој машини обележила је Августа Ада Лавлејс, ћерка чувеног и контроверзног Лорда Бајрона. Упућена на математику како би била заштићена од лошег очевог утицаја, Ада је била једна од ретких који су разумели значај Бебицовых идеја – можда и једина уз њега самога. Заинтересовала се за пројекат аналитичке машине и остала су сачувана писма у којима су она и Бебиц размењивали програме за аналитичку машину. Ада је видела нешто што Бебиц није. Бебиц је био математичар, опседнут бројевима, рачунањем и таблицама. Ада је била уметничка душа и видела је да је могуће и музiku и цртање свести на бројеве и рачунар опште намене искористити за компоновање или сликање – дакле, она је прва конципирала данашњу дигиталну револуцију. Данас се Ада сматра првим програмером у историји.

Шта рачунари не могу

Шаљиви дијаграм Тјурингове машине – ова машина је само теоријски модел и нема своју физичку реализацију



Наредни велики корак на путу ка савременим програмабилним рачунарима учинио је британски математичар Алан Тјуринг. Иако је ефективно учествовао у изради неколико веома значајних рачунских машина и рачунара, његовим најважнијим доприносом рачунарству често се сматра то што нас је научио шта рачунари не могу и шта вероватно никада неће моћи. Дефинисао је универзалну Тјурингову машину – изузетно једноставан теоријски модел рачунара. Показало се, помало изненађујуће, да тај једноставан рачунар може да израчуна све оно што могу да израчунају сви програмабилни рачунари икада направљени – и они из прошлости и ови данашњи. Такође показало се да постоје проблеми који не могу да се реше коришћењем ове машине и стога се не могу решити ни данашњим рачунарима а највероватније неће моћи да буду решени нити на рачунарима будућности.

Ко жели да зна више?

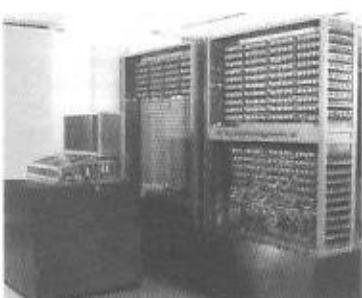
Питањем шта се може израчунати прецизним математичким поступцима бавили су се и други велики математичари током 1930-их, пре свега Курт Гедел и Алонзо Черч. Сви они су формулисали своје, наизглед прилично различите, механизме израчунавања (било теоријске, било у облику рачунских машина). Показало се да су сви они еквивалентни и да могу да израчунају тачно оно што могу да израчунају и сви до данас направљени рачунари. Дакле, сви рачунари могу да израчунају потпуно исте математичке функције, без обзира на то да ли су направљени од зупчаника, релеја или микрочипова, да ли су у питању најмодернији рачунари или они од пре 50 година (до душе, неки рачунају брже, а неки спорије, неки једноставније, а неки компликованије). Формулисана је тзв. **Черч–Тјурингова теза** – рачунари израчунавају управо све оно што се уопште може алгоритамски израчунати. Показано је и да постоје многи веома важни математички задаци који су **алгоритамски нерешиви** – они који се не могу решити ни помоћу Тјурингове машине, ни данашњих рачунара (еквивалентних Тјуринговој машини), а ни рачунара будућности.

ло
од
на
го
на
но
аја
За
ра
ма
ће
ње
ме

Рани електромеханички и електронски рачунари

Развој електромеханичким и електронским рачунарима који се могу програмирати текао је под окриљем Другог светског рата, тако да је обавијен велом тајне. Јасно је да су у ратно доба основне пријеме рачунара војне (балистика, развој новог оружја, дешифровање тајних порука). Развој рачунара је текао у три државе: Немачкој, Великој Британији и САД.

У Немачкој Конрад Цузе прави серију рачунара, од којих је најпознатији електромеханички рачунар Z3, заснован на бинарним бројевима, а који је коришћен у авио-индустрији.



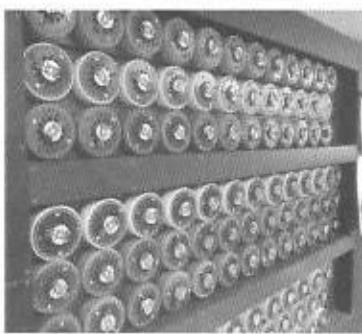
Z3 – електромеханички програмабилни рачунар
Шифрованаје током Другог светског рата: машина Енигма (горе) и уређај Бомба (доле)

Ко жели да зна више?

Рачунар Z3 коришћен је за анализу аеродинамике крила немачких авиона, али занимљиво је да није коришћен у ратне сврхе, а Цузеу није дозволено финансирање електронског наследника јер рачунар није сматран важним за ратну примену. Цузе је и после рата наставио да конструише рачунаре. Свим рачунарима је давао имена која су почињала на Z (од немачког презимена *Zuse*). Први је био Z1, најчувенији Z3, а последњи Z43. Цузеова компанија је постала део компаније Сименс (Siemens).



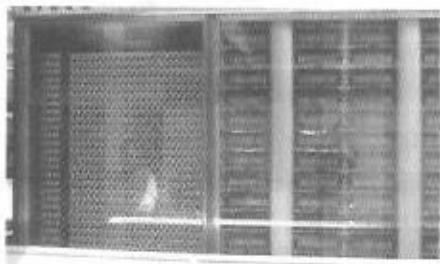
У Великој Британији развој рачунара везује се за Блечли Парк – место у Енглеској, у којем је за време рата био центар за дешифровање. Ови рачунари су служили за разбијање шифара које су коришћене за тајну комуникацију немачке војске. Успешно је разотворена чувена шифра машине Енигма, а у сврху разбијања шифара дизајниран је и успешно направљен Колос, први потпуно електронски рачунар који се могао програмирати (али само делимично).



Ко жели да зна више?

Машине Енигма коришћене су за комуникацију немачких подморница. Алан Тјуринг је био део тима који је осмислио електромеханички уређај назван Бомба, који је успео да дешифрује Енигму, шифре омогућивши прислушивање Немаца и потапање немачких подморница. Томи Флајерс из Блечли Парку осмислио рачунар Колос, који је успешно коришћен за разбијање тзв. Лоренцове шифре коришћене код машине Тани (како су је Британци звали). Њу је користила немачка војска и команде (и сам Хитлер) у много већој тајности него много слабију шифру Енигма. Сматра се да је разбијање Лоренцове шифре скратило рат за неколико година. Људи из Блечли Парка, због велике тајности пројекта на којем су радили, нису стекли одговарајућу славу за живота. За постојање Колоса чуло се тек 1970-их, а према неким причама коришћен је и током „хладног рата“.

Harvard Mark I – електромеханички програмабилни рачунар



У САД, Хауард Ајкен је направио електромеханички програмабилни рачунар који је остао познат као **Harvard Mark**. Рачунар је направљен у компанији IBM и онда пренет на универзитет Харвард. Између осталог, примењиван је за прорачуне морнарице САД.

Ко жели да зна више?

Тадашњи рачунари били су огромни за данашње стандарде. Већина рачунара је заузимала читаву халу за чување. Тако је, на пример, Harvard Mark I био дугачак више од 16 метара, висок 2,5 метара и имао је 800 километара жице у себи.

Занимљивост

С обзиром на то да је био електромеханички, Mark I је био заснован на релејима. Приликом једног квара рачунара пронађена је буба која је ушла у један релеј и заглавила се. Од тога доба све грешке у програмима користи се термин „бубица“ или „баг“ (енгл. *bug*).

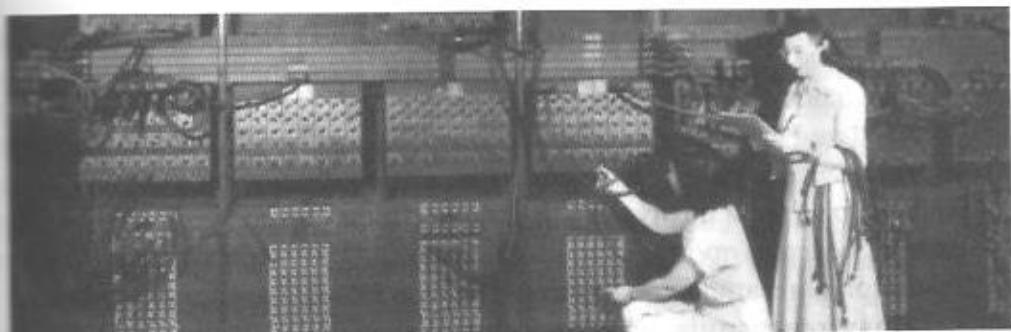
Велики корак напред представљају прелазак на потпуно електронске рачунаре. Уклањање механичких склопова довело је до тога да су рачунари постали бржи и до хиљаду пута. Њихове основне компоненте биле су **вакуумске цеви** (које по изгледу подсећају на данашње сијалице).

Ко жели да зна више?

И данас је случај да потпуно електронске компоненте у рачунару раде много брже од оних које имају механичке елементе (код којих се нешто помера, врти и сл.). Тако су меморије које укључују механичке делове знатно спорије од електронских меморија.

Првим електронским програмабилним рачунаром сматра се рачунар ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer), којег су у САД (на универзитету у Пенсилванији) направили Цеј Екерт и Џон Мокли. ENIAC је био универзални рачунар који је могао да се програмира да извршава различите задатке, али програмирање није било исто као данас. Рачунар се ре-програмирао тако што би програмери мењали положај прекидача и каблова преспајали и лемили жице и тако му, у суштини, мењали конфигурацију. Овај процес је могао да траје и по неколико недеља. Подаци су се уносили бушеним картицама. Вакуумске цеви од којих је направљен рачунар биле су веома непоуздане, због чега се рачунар често кварио.

ENIAC – програмирање се вршило преспајањем каблова



Ко жели да зна више?

ENIAC је био намењен за израчунавање балистичких података за нове врсте оружја и за израчунавања у вези с развојем хидрогенских и атомских бомби. Главна новина код овог рачунара била је можност гранања која раније није била присутна – у зависности од резултата претходног израчунавања, рачунар је настављао рад различитим током. Фотографије показују да су програмери ENIAC-а биле главном жене, па се традиција жена програмера која потиче још од Аде Бајрон наставила. Често се каже да је време између два квара било само неколико минута. Ипак, то је само популарно веровање. Истина је да се машина кварила скоро сваког другог дана.

Рачунари Фон Нојманове архитектуре

Ниједан од рачунара које смо до сада разматрали није радио по истим принципима као данашњи рачунари. У меморији данашњих рачунара истовремено се на исти начин чувају и програми и подаци. Ово је изузетно важна идеја. Програми се третирају као врста података и њима се управља као подацима. Дакле, поред **хардвера**, који представља све електронске склопове, све механичке компоненте и све жице, односно све оно у рачунару што је опипљиво, рад рачунара одређују програми – посебни подаци смештени у меморију рачунара – и они чине **софтвер** рачунара. Рачунаре који функционишу на овај начин називамо **рачунарима са ускладиштеним програмима**.

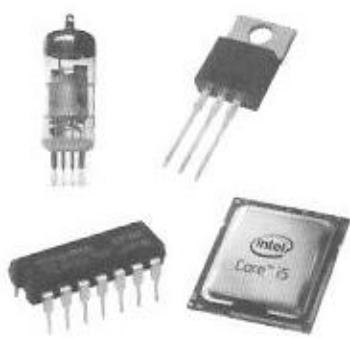
Првим рачунаром овог типа сматра се рачунар EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Calculator), који је у САД (такође у Пенсилванији) развио исти тим који је развио и рачунар ENIAC, такође крајем 1940-их. Научник **Цон фон Нојман**, који се касније прикључио тиму, у једном извештају писао је архитектуру овог рачунара. Најважнија идеја је да се рачунар састоји од процесора и меморије у којој се истовремено складиште програми и подаци, па се на основу тог извештаја сви рачунари овог типа (укључујући и ове данашње, па и паметне мобилне телефоне) називају рачунари **Фон Нојмановог типа** или **Фон Нојманове архитектуре**.

Ко жели да зна више?

Неки истраживачи сматрају да приписивање ове револуционарне идеје Цону фон Нојману није прекретно. Наиме, Алан Тјуринг је још пре њега концептирао овакве рачунаре, а чак је и осмислио рачунар ACE овог типа. Такође, Екерт и Мокли су писали о овом концепту још пре Фон Нојмана.

Пут до данашњих рачунара

Прва генерација рачунара била је заснована на вакуумским цевима, а друга на појединачним транзисторима. У трећој су коришћени појединачни чипови – интегрисана кола са великим бројем транзистора. У четвртој генерацији појавили су се процесори који садрже милијарде транзистора и обједињују многе функције независне чипове.



Компанија IBM доминира тржиштем у другој генерацији.



Сви данашњи рачунари, од PC рачунара до паметних мобилних телефона, Фон Нојманове су архитектуре. Ипак, на пољу технологије изради и на пољу техничких карактеристика, ти рани рачунари из 1940-их и даље нашњи рачунари потпуно су другачији. Према технологији коју су користили, модерни програмабилни електронски рачунари могу се груписати у четири генерације, све засноване на Фон Нојмановој архитектури.

Прва генерација електронских рачунара (од почетка 1940-их до краја 1950-их) користила је **вакуумске цеви** као основне електронске елементе. За програмирање је коришћен искључиво машински језик (који програмера се захтевало да преко тастера и прекидача директно у меморију уноси нуле и јединице које су сачињавале запис програма). Главне примене рачунара тог доба биле су у војне и научне сврхе. Рачунари су били уникатни и није постојала серијска производња. Иако је EDVAC први осмишљен, први реализовани рачунари Фон Нојманове архитектуре били су **Manchester Baby** – експериментална машина на којој је тестирана технологија вакуумских цеви, као и њен наследник, **Manchester Mark I**. Још један претендент на титулу првог реализованог рачунара Фон Нојманове архитектуре јесте и **EDSAC**, изграђен такође у Британији на основу планова за EDVAC описаних у Фон Нојмановом извештају. Творци рачунара EDVAC започели су 1951. године производњу првог комерцијалног рачунара UNIVAC, који је продат, за то доба, у невероватних 46 примерака.

Друга генерација електронских рачунара (од краја 1950-их до половине 1960-их) користила је **транзисторе** уместо вакуумских цеви. Иако је транзистор пронађен још 1947. године, тек средином 1950-их почине да се користи као основна електронска компонента у оквиру рачунара. Транзистори су израђени од **полупроводничких елемената** (најчешће силицијума), који се због својих физичких особина показују као веома погодни за израду електронских компонената. У поређењу са вакуумским цевима, транзистори су мањи, захтевају мање енергије, па се и мање загревају и ређе кваре. Поред транзистора, почину да се користе магнетни дискови и траке, започиње умрежавање рачунара, па чак и коришћење рачунара у забавне сврхе (појавиле су се прве игре). Уместо машинског језика, све више су се користили симболички језици и асемблери (овакви језици програмеру омогућавају да наводи словне скраћенице за елементарне операције у програму, тако да не мора више да директно користи нуле и јединице). Такође, развијени су први језици више нивоа – **Fortran, Cobol, Lisp, Algol** (ови језици програмеру омогућавају да програм описује апстрактнијим математичким изразима и наредбама који се аутоматски преводе на низ елементарних операција које је потребно извести да би се програм могао извршити на неком конкретном

рунaru). У то време компанија IBM доминирала је тржиштем – рачунар IBM 1401 продат је у више од 10 000 примерака, што је прило око трећину тржишта.

Трећа генерација електронских рачунара (од половине 1960-их до средине 1970-их) била је заснована на полупроводничким интегрисаним колима (микрочиповима), сачињеним од мноштва транзистора. Ова технологија довела је до побољшања перформанси и омогућила посlovnu примену рачунара у многим областима.

У овој ери доминирали су **мејнфрејм рачунари** – велики рачунари веома моћни за то доба, који су имали могућност складиштења и обраде велике количине података. Зато су их владе и велике корпорације користиле за обраду података. С уделом од 90%, компанија IBM имала је апсолутну превласт на тржишту. Најзначајнији су били серији IBM 700/7000 и касније IBM System/360. Код ових рачунара уведен је **систем дељења времена** (енгл. *time-sharing*) који процесорско време расподељује и даје на коришћење корисницима временом прикљученим на рачунар, а који са рачунаром комуникају путем терминала (тастатура и монитора). Коришћени су посебни оперативни системи (програми који управљају радом рачунара), углавном развијени у компанији IBM.

Поред мејнфрејм рачунара, у овом периоду појавили су се и **мини-рачунари** – мањи рачунари, који се могу сматрати првим облицима личних (персоналних) рачунара јер их је у једном тренутку користио само један корисник. Били су величине ормана (за разлику од ранијих рачунара, који су били величине собе), али појединци су ретко могли да их приуште и стога се не сматрају кућним рачунарима. Тржиштем је доминирала компанија DEC са серијама рачунара PDP и VAX. С овим рачунарима обично се повезују оперативни систем Unix и програмски језик C, који су развијени у Беловим лабораторијама (Bell Laboratories), као и хакерска култура.

Занимљивост

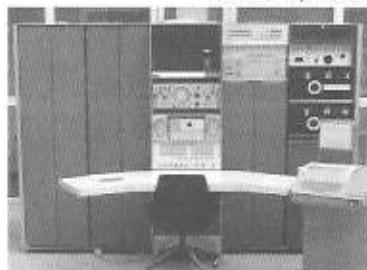
Термин хакер обично се користи за особе које неовлашћено приступају рачунарским системима, или хакерај, настао на Масачусетском универзитету за технологију (MIT), као програмерска култура подразумева антиауторитаран приступ развоју софтвера, обично повезан са покретом за слободан софтвер. Хакери су појединци који на иновативан начин модификују постојеће рачунарске системе.

Четврта генерација електронских рачунара (од средине 1970-их) заснована је на високо интегрисаним колима. Код њих је на хиљаде раније независних кола смештено на јединствен силицијумски чип. У компанији Intel

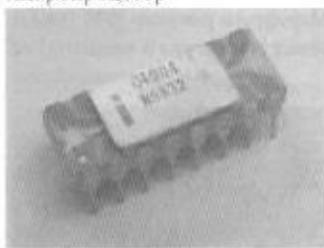
Мејнфрејм рачунар IBM 7094 и терминал (тастатура и монитор) за његово коришћење



Мини-рачунар PDP-11 компоније DEC



Intel 4004 – први микропроцесор

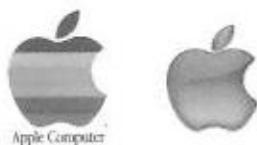


Часопис *Popular Electronics* из 1975. године са рачунаром Altair на насловној страни



Стари и нови логотипови компанија Microsoft и Apple

Microsoft ■ Microsoft



Рачунар Commodore 64 прикључен на телевизор



направљен је 1971. године први (микро)процесор Intel 4004 – целокупна централна процесорска јединица (која се популарно назива „мозак рачунара“) смештена је на једном чипу.

Иако првобитно намењена за уградњу у калкулаторе, ова технологија омогућила је развој брзих а малих рачунара погодних за кућну употребу. Часопис *Popular Electronics* нудио је 1975. године читаоцима могућност наручивања делова за склапање микрорачунара MITS Altair 8800, заснованог на процесору Intel 8080 (наследнику процесора Intel 4004). Интересовање међу онима који су се електроником бавили из хобија биле су изузетно велико и само у првом месецу продато је неколико хиљада „уради сам“ рачунара. Сматра се да је Altair 8800 био иницијални каписла за револуцију микрорачунара која је уследила након тога.

Altair се још везује и за настанак компаније Microsoft – данас једна од водећих у области производње софтвера. Први производ компаније Microsoft био је интерпретатор за програмски језик Basic за Altair 8800 (интерпретатор је програм који омогућава да се програми написани у неком програмском језику извршавају на рачунару).

Први микрорачунар који је продаван као склопљен био је Apple, већим је темељима настала истоимена компанија, која је данас једна од водећих на тржишту.

Кућни рачунари користили су се све више – углавном за једноставније обраде података, учење програмирања и играње рачунарских игара. Компанија Commodore 1977. представила је свој рачунар Commodore PET, који је забележио велики успех. Commodore 64, један од најуспешнијих рачунара за кућну употребу, појавио се 1982. године. Из исте компаније је и серија Amiga рачунара са краја 1980-их и почетка 1990-их. Такође, значајни производијачи рачунара тога доба били су и Sinclair, творач веома популарног модела ZX Spectrum, Atari и Amstrad. Кућни рачунари ове ере били су обично јефтини, имали су скромне карактеристике и најчешће користили касетофоне и телевизијске екрانе као улазно-излазне уређаје.

Поред личних рачунара, у четвртој енерацији се и даље производијаје мјеџифрејм рачунари (на пример, серија Z компаније IMB), али и веома моћни супер рачунари.

Занимљивост

Тих 1980-их Југославију је захватила грозница кућних рачунара. Появили су се први часописи посвећени рачунарима (поменимо специјално издање часописа „Галаксија“, названо „Рачунари у вашој кући“, као и часопис „Свет компјутера“) који су нудили упутство за склапање рачунара. Рачунар Галаксија, који је пројектовао Воја Антонић, стигао је у домаћинства више од 8 000 људи.

IBM PC 5150 – први лични рачунар компаније IBM



Старији оперативни системи (одозго надоле): DOS, Windows 95, Linux Red Hat 5



Рачунар Macintosh из 1984. године



упу. Најзначајнија рачунарска компанија тога доба IBM укључила је на тржиште кућних рачунара 1981. године, моделом **IBM PC 5150**, познатијим као **IBM PC** или **PC** (*personal computer*). Основан на процесору Intel 8088, овај рачунар је веома брзо објавио тржиште рачунара за личну употребу (обрада текста, обликовање, издавање и друго).

800. Пратећи велики успех IBM PC рачунара, појавио се одређен број клонова – рачунара које није произвео IBM, али су компатibilni са IBM PC рачунарима. PC архитектура с временом је постала стандард за кућне рачунаре. Средином 1980-их, појављивом напреднијих графичких (VGA) и звучних (SoundBlaster) држица, IBM PC и његови клонови стекли су могућност најновијих мултимедијалних апликација и са тржишта су испунили све остале производе. И наследници првог IBM PC рачунара (IBM PC/XT, IBM PC/AT и каснији) били су засновани на Intel процесорима, на серији x86 (Intel 80286, 80386, 80486) и затим на серији **Intel Pentium**.

800. Оперативни системи који се традиционално везују уз PC рачунаре долазе из компаније Microsoft – прво MS DOS, а затим MS Windows.

800. Једини велики конкурент архитектури IBM PC који се све време одржало на тржишту (пре свега у САД) јесте серија рачунара **Macintosh** компаније Apple. Macintosh, који се појавио 1984, први је комерцијални кућни рачунар који је користио графички кориснички интерфејс и миш. Оперативни систем који се и данас користи на Apple рачунарима је **Mac OS X**.

800. Иако су прва повезивања удаљених рачунара извршена још пре 1960-их, с појавом интернета и веба (енгл. *world wide web*) већина рачунара постаје повезана и домен коришћења рачунара знатно се проширује. У последњој деценији прошлог века настале су компаније **Google**, **Yahoo** и **Amazon**, а у првој деценији 21. века настале су друштвене мреже, као што су **Facebook** и **Twitter**. Долази до својеврсне информатичке револуције, која на известан начин мења друштво и начин на који људи функционишу.

800. Тржиштем данашњих стоних и преносних рачунара домирију PC и Mac рачунари. Јавља се и тренд **технолошке конвергенције**, који карактерише стапање различитих уређаја у јединствене целине – на пример, таблети и паметни телефони једињују функционалност мобилних телефона, рачунара, камере и још неких уређаја.

Сажетак

Људи су од давнина складишили информације и креирали рачунске справе. Савремени програм билини електронски рачунари настали су после Другог светског рата и били су прво величине собе, затим величине ормана, да би се на крају смањили толико да стају на сто, па и у цеп. Лични рачунари су појавили 1980-их. Последњих година се користе све више паметни телефони и таблети. Историја рачунара обично је подељена у четири велика периода.

Премеханички период

- Рачунске спрave

- Рани уређаји – кост из Ишанга, абакуси, механизам са Антиките.
- Бројевни системи – у Персији Ал Хорезми (9. век), у Европи Фибоначи (13. век).
- Штампарска преса – Јохан Гутенберг (15. век).
- Неперове кости и клизајући лењир – Непер, Отред (17. век).

Механички период

- Рачунске спрave

- Паскалине – Паскал (17. век) – сабирање и одузимање.
- Лајбницова машина – Лајбница (крај 17. века) – све четири основне аритметичке операције, али није успешно направљена.
- Диференцна машина – Бебиц (19. век) – табелирање функција, направљена тек 1990-их.
- Аритмометар, комптотметар – Колмар, Бароуз, Дор, Фелт (19. век) – све четири основне аритметичке операције. Коришћени до средине 20. века.
- Програмабилни рачунари
- Жакаров разбој – Жакар (прва половина 19. века) – прва машина која се може програмирати.
- Аналитичка машина – Бебиц, Бајрон (прва половина 19. века) – први осмишљени рачунар који могуће програмирати, али није никада направљен.

Електромеханички период

- Рачунске спрave

- Машина за обраду резултата пописа – Холерит (19. век).

- Програмабилни рачунари

- Z3 – Цузе, Harvard Mark I – Ајкен (1940-их) – електромеханички програмабилни рачунари.

Електронски период

- Рачунске спрave

- ABC – Атанасоф и Бери (око Другог светског рата) – први потпуно електронски дигитални уређај за рачунање. Није до краја реализован.

- Програмабилни рачунари

- Колос – Флауерс (1940-их) – први делимично програмабилни електронски рачунар.
- ENIAC – Екерт и Мокли (1940-их) – први потпуно програмабилни електронски рачунар, додуш изменом хардверске конфигурације.
- Фон Нојман (1940-их) – концепт рачунара у којем су програми ускладиштени као подаци у меморији. Савремени електронски рачунари засновани су на Фон Нојмановој архитектури и деле се четири генерације:
 - Прва генерација (1940-их и 1950-их) – вакуумске цеви, уникатни рачунари (EDVAC), манчестерски рачунари, EDSAC, први комерцијални рачунари (UNIVAC).

- Друга генерација (од краја 1950-их до половине 1960-их) – појединачни транзистори, IBM доминира тржиштем.
- Трећа генерација (од друге половине 1960-их до краја 1970-их) – интегрисана кола, мејнфрејм (углавном IBM) и мини-рачунари (величине ормана).
- Четврта генерација (од друге половине 1970-их до данас) – микропроцесори, кућни рачунари (стају на сто, а данас и у цеп).
 - 1970-их – рачунари „уради сам“ (MITS Altair, Apple продаје већ склопљене комплете).
 - 1980-их – кућни рачунари, углавном за играње (Commodore, Spectrum, Atari).
 - 1980-их – IBM PC, Apple Macintosh и серија њихових наследника (Intel, Microsoft, Apple).
 - 1990-их – ширење интернета и појава веба (Google, Yahoo!).
 - 2000-их – таблети, паметни мобилни телефони, друштвене мреже (Facebook, Twitter).

Питања и задаци за вежбу

- 1 Који су основни периоди у развоју рачунских справа? Наведи неколико справа карактеристичних за премеханички период. Наведи неколико справа најзначајнијих за механички период. Наведи неколико најзначајнијих електромеханичким калкулатора и рачунара.
- 2 Када настају електронски програмабилни рачунари? По чему су значајани Z3, Колос, ENIAC и EDVAC?
- 3 Шта значи да је неки рачунар Фон Нојманове архитектуре? Шта карактерише генерације савремених електронских рачунара?
- 4 Када су настале компаније IBM, Microsoft, Apple и Google?
- 5 Покушај да сазнаш нешто више о рачунарима Commodore 64, ZX Spectrum и Atari 800XL и њиховом коришћењу у СФРЈ.
- 6 Када је интернет почeo масовно да се користи и када се појавио веб? Када су се појавиле прве рачунарске игре? Када су се појавиле прве друштвене мреже?

Спољне референце

Преглед историје рачунских машина и рачунара може се наћи на пуно места на интернету (нпр. <http://www.computersciencelab.com/ComputerHistory/History.htm>, http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_computing_hardware).

Уместо Маунтин Вју у Силицијумској долини у Калифорнији (ту је седиште компаније Google) налази се музеј историје рачунарства (<http://www.computerhistory.org>). На њиховом Youtube каналу (<https://www.youtube.com/user/ComputerHistory>) можете пронаћи документарне филмове о овој теми.

Представа *Breaking the Code* и истоимени филм приказују биографију Алана Тјуринга и говоре о узбудљивим догађајима из Блечли Парка. Би-Би-Сијев документарац *Code Breakers: Bletchley Park's Lost Heroes* говори о настанку Колоса и његовим творцима.

Најзначајнији научници у области рачунарства награђују се престижном Тјуринговом наградом (http://en.wikipedia.org/wiki/Turing_Award).

1.4. Утицај савремене рачунарске технологије на живој људи

Циљ ове главе је да одговори на следећа питања:

- У којим се областима данас примењују рачунари?
- Како су нам рачунари променили живот?
- Које су карактеристике информационог друштва?
- Који су негативни утицаји савремене технологије на здравље људи и животну средину?

Рачунари су драстично изменили нашу свакодневицу. У наставку ћемо описати најзначајније промене проузроковане коришћењем рачунара, али ћемо и скренути пажњу на опасности по здравље људи и животну средину које настају ако се рачунари неадекватно користе.

1.4.1. Значај и примена рачунарске технологије

Каже се да живимо у информационом друштву, што значи да је у нашем друштву коришћење информација важна економска, политичка и културна активност. Толико смо окружени рачунарима да вероватно и сами можете да набројите веома велики број послова које свакодневно обављате на неке врсти рачунара. Међутим, рачунари у нашем животу нису присутни само тој општој намени. Специјализовани рачунари су утврђени у многе уређаје које непосредно и посредно користимо (у аутомобиле, авионе, телевизоре, индустријске машине, роботе).

Као што смо видели, историјат развоја информационо-комуникационих технологија (ИКТ) веома је богат, али да бисмо доћајали утицај рачунара на наш свет, није потребно да идемо предалеко у прошлост. Покушајмо да направимо мали времеплов и замислимо како се живело када су ваши родитељи били ваших година, пре него што је дошло до експлозивног развоја рачунарства, који се одиграва буквально пред нашим очима. Размотримо неколико области живота у којима су рачунари имали највише утицаја.

Приватна комуникација

Некада се са пријатељима комуницирало углавном уживо (што, признајете, има својих драги) или телефоном (углавном кратко). Ако би неко од рођака отишао у Америку, могли сте да му пишете писмо и да чекате бај недељу дана да стигне од њега одговор – писмо и у писму евентуално поне са фотографија. Данас за разговор и размену кратких порука (енгл. short



ges – SMS) користимо мобилне телефоне и можемо да комуницирамо где год да се налазимо. Осим телефона, све чешће се користи Ћаскање како ви волите да кажете – **четовање** (енгл. *chat*), и то најчешће путем приставних мрежа (а Facebook је заживео тек у овом миленијуму). Званична комуникација, на пример ако желите да замолите професора да одложи контролни задатак, одвија се **електронском поштом** (енгл. *e-mail*). Ако жељите да комуницирате са рођацима и пријатељима у иностранству, ту су **Skype** и слични сервиси који вам омогућавају не само да чујете већ и да ужијате онога с ким причате.

Извори информација

Размотримо како се некада долазило до информација потребних да се изради домаћи, семинарски или матурски рад. Да би ваши родитељи сазнали нешто више о теми коју су добили да обраде (на пример о историјату развоја рачунарства), морали би да се добро потруде да дођу до потребних информација. Први извор била би енциклопедија, која је била незаобилазна у већини домова. Међутим, ако се ту не нађе довољно информација, одлажено би се у библиотеку да би се из неке богатије енциклопедије преписале информације које ће се касније унети у рад. Данас је ово много једноставније. На интернету постоје **слободно доступне енциклопедије** (на пример Wikipedia) које пружају информације до којих се у прошлости тешко долазило, од класичних тема као што је, на пример, историјат развоја рачунарства, па до детаљних података о вашој омиљеној групи или некој њиховој личности. Ту енциклопедију креирају и исправност информација проверавају добровољци (можете и ви то да радите), па су информације увек актуелне (провераватно ће истог дана када бенд објави нови албум његов назив бити додат у дискографију бенда), али њихову исправност понекад треба узети уз резерве. Свакакве занимљивости се сада лако могу пронаћи на интернету (информацију као што је, на пример, ко је победио на песми Евровизије пет година раније вашим родитељима је било скоро немогуће пронаћи, а данас не само што можете одмах да нађете списак свих победника до сада, већ је лако и да сазнате ко је био 13. и колико је поена добио од сваке поједине државе).

Новине су се некада свако јутро куповале на трафици да се види резиме претходног дана и чекао се Дневник да би се чуло шта се тог дана десило. Данас се новине читају преко паметних телефона док седите у аутобусу, а вести стижу на пет минута и углавном се проверавају на информационим порталима. Некада су студенти по резултате испита морали да иду на факултет, па су стрепели док би се пели степеницама и ишчекивали оцену које ће да виде на огласној табли. И данас стрепе, али док отварају веб-сајт, па када су резултати објављени у електронском облику.

Слободна енциклопедија
Wikipedia



Мултимедијални садржаји

Некада, да бисте чули песму која вам се допала, морали бисте да чекате да се та песма поново еmitује на телевизији или радију. Најпопуларније биле емисије где би се слушаоци јављали само да би наручили песме. Ако би се сазнало да неко од пријатеља има ту песму, носила би се празна каса да се песма пресними, па би се слушала у вокмену на путу до куће. Данас ако пожелите да песму слушате док идете у школу, можете да је преузмете у формату MP3 са интернета и снимите је на свој iPod, неки други MP3 плејер или паметни телефон. Захваљујући сајтовима као што је YouTube, ваши родитељи могу да поделе са вама своје омиљене песме из младости или емисије које су волели када су били млади.

Филмови су се гледали у биоскопима или изнајмљивали на видео-кастама у локалним видеотекама. Данас се обично купују на DVD-у и гледаны у кућној атмосфери (што, признаћете, знатно умањује доживљај у односу на биоскоп).

Када су ваши родитељи ишли на екскурзије, носили су фото-апарате обично једним или два филма, тако да су могли да сниме највише стотинак слика током целе екскурзије. Фilm се развијао тек по повратку, када би се први пут виделе фотографије, које би враћале сећање на већ прошле тренутке са екскурзије. Данас се користе искључиво дигитални фото-апарати, фотографише се докле год то меморија допушта, слике се одмах видију се касније ретко погледају и оне врхунске често се загубе у мору првих сличних.

Канцеларијско јословљање

Раније, када би се прикупиле потребне информације за писање неког рада, тај рад би се писао руком или би се куцао на писаћој машини. Ипак писаћа машина не спасава писања руком – пошто додатни текст не може да се убаци испред откуцајног текста. Било је неопходно да се текст најпре организује ручно да би могао да се прекуца у целини. Данас, када дође време за куцање, обично користите свој омиљени програм за обраду текста. Не морате унапред да имате припремљени облик текста јер вам ови програми нуде да једноставно умећете реченице и мењате, односно бришете текст како год у том тренутку мислите да треба. Чак не морате ни све прекуцавате, већ одређене реченице или пасусе можете директно да копирате са веба у свој рад (овако, наравно, нећете добити добар рад, а вероватно и добру оцену).

Некада су разредне старешине морале ручним поступком да рачунају просек оцена својих ученика, а сада само оцене унесу у табелу у неком програму за табеларна израчунавања и добију све потребне просеке.

Географски информациони системи

Сајт Google Maps

Некада, да бисте могли да стигнете где желите, морали бисте добро да поједете град или да добијете прецизан опис како доћи до одредишта (на пример, „Знаш онај хотел, па од њега идеш право, онда трећа улица десно, па код дрвета лево.“). Данас се користе географски информациони системи, најчешће електронске мапе и глобални систем позиционирања (енгл. GPS). Довољно је само да знате адресу одредишта и рачунар вам показује којим путем треба да идете. У данашње време знатно је прецизније и лакше да електроном пошаљете линк своје локације на некој интернет мапи него да телефоном детаљно објашњавате како се стиже до вас.



Електронска трговина и електронско банкарство

Електронска трговина



Некада су се у поштама и банкама чекали редови да би се уплатили рачун или подигао новац, а данас се може плаћати преко интернета, из хотела, из дома, а сада се може подизати на банкоматима. Некада су се авионске и возне куповале у туристичким агенцијама, а данас се могу купити преко интернета, одштампати на кућном штампачу и користити. Нажалост, електронска трговина у Србији знатно заостаје у односу на остатак света, али се се да ће доћи време када ће се то изменити.

Постоји још прегршт примера непосредног коришћења уређаја који се користе на рачунарску технологију у свакодневном животу. Окружени смо саобраћајем, навикли смо се на њих и тешко је замислити како би цивилизација изгледала када би они престали да раде макар и на један дан.

1.4.2. Утицај рачунара на здравље и животну средину

Рачунари сами по себи нису опасни уређаји, али они се обично користе веома интензивно и дуготрајно, што може имати лоше последице по здрављу. Такође, неправилно одлагање застареле рачунарске опреме може спровоковати загађење животне средине. Погрешно би било тврдити да је утицај рачунара на здравље и животну средину искључиво негативно. Рачунари се већ дugo користе у медицини (на пример, већина ултразвучних скенера садржи рачунар са додатним специјализованим деловима) и коришћење ове опреме свакако доприноси лечењу болести и продужењу животног века. Такође, базе података и географски информациони системи могу допринети лоцирању депонија и помоћи при њиховој санацији. Ипак, у овом тексту фокусираћемо се само на негативне ефекте коришћења

рачунара да бисмо вам подигли свест о томе и да бисмо вас упутили на једнствене превентивне мере у циљу заштите вашег здравља и заштите живоје не средине.

Неизашиван утицај рачунара на здравље

Основна негативна последица коришћења рачунара јесте смањење опште физичке активности. Слободно можемо констатовати да се данас ради играју рачунарске игре и проводи време уз друштвене мреже него што играју неке игре напољу. Наравно, редовна физичка активност је изразито важна за здравље и савет лекара је да се неколико пута недељно одвојите својих рачунарских занимација и посветите вежбању или бављењу неким спортом.

Положај који заузимате док користите рачунар може много да утиче на ваше физичко здравље. Чест је случај да људи седе у веома неправилном положају или да леже на кревету док користе лаптоп. Кичма је тада обично искривљена, а руке су у неправилном положају. Све ово може утицати на сејаве болови у костима и мишићима, па чак и трајни деформитети кичменог стуба. Због тога се саветује да се уз рачунар купи одговарајући радни сто и анатомска радна столица. Тада ће ком рада на рачунару потребно је правити паузе (на сваке половина сата или сат времена), да се устане из столице и мало размрда, тј. да се уради серија неких физичких вежби.

Дуготрајно непрекидно гледање у екран (као и дуготрајно читање или било која друготрајна фокусирана активност ока) може довести до замора ока, који онда може проузроковати замућење вида, главоболје и сличне симптоме. Није доказано да ово може имати трајне последице по виду, али и због ових краткотрајних непријатних симптома саветује се предуг боравак за рачунаром. И овом случају може да помогне прављење редовних пауза у раду.

Дуготрајна употреба рачунара, нарочито играње рачунарских игара, може имати лош ефекат на психику. Често се након дуготрајног играња човек осећа изморено, нервозно, чак постаје и агресиван. Идентификована је и болест зависности од рачунара. На пример, ученици на екскурзији чим стигну у нови град траже локалну играчницу и све слободно време проводе у њој уместо у обиласку града. Ово не значи да играње има искључиво негативан утицај (неке игре захтевају логичко и алгоритамско размишљање), али свако претеривање је штетно и играње (уосталом, као и сваку другу активност требало би упражњавати у разумној мери).

Правilan и неправilan положај руку при куцању

Погрешно



Правилно



Дуготрајно непрекидно гледање у екран умаре очи.



еди Често се догоди да проведемо ноћ за рачунаром. С обзиром на иве да је друштво организовано тако да се већина свакодневних активности одвија дану (одлазак у школу, на посао и сл.), након спроправљање ноћи осећате се уморно и неспособно за редовне активности. Ако вам се деси да после ноћних активности уз рачун пропустите првих неколико часова или не одслушате пажљиво наставу, то ће се касније одразити на успех у школи. Човек је психолошки предодређен да функционише дану и овога би се требало придржавати.

Активности у вези с коришћењем рачунара често могу да подстакну прокрастинацију. То је психолошка појава која се јавља када човек замењује важне послове низом краћих, мање интересних, или пријатнијих активности, одлажући важне послове за касније. Тако, уместо да учи, сваких пет минута проверава електронску пошту, сваки минут прати ко је од његових другара пристан на некој друштвеној мрежи или сваких пола сата одигра чија партију неке игре. Прокрастинација доводи до трачења времена, и због губитка продуктивности и услед тога до појаве стреса, осећања кривице и слабљења самонуздаша. Ако приметите да вам се ово често дешава, покушајте да се самодисциплинујете и потражите помоћ.

Нејативни утицај рачунара на животну средину

Рачунари се развијају убрзаним темпом, па самим тим брзо застаревају. Годишње се одбаци и по неколико стотина милиона рачунара. Ово доводи до проблема одлагања застарелих рачунарских компонената. Највећи проблем је у томе што ове компоненте садрже веома токсичне материје (тешке метале попут свине и живе, азбест или разне врсте пластике). Неке рачунарске компоненте се могу рециклирати и из њих се могу издвојити бакар, челик, гвожђе, поједини видови пластике итд. Због свега тога старе рачунаре не би требало бацати у обичан отпад, већ у специјализоване контејнере за електронски отпад (чије локације могу да се пронађу на интернету) или је могуће директно контактирати са компанијама које долазе на кућну адресу и одвозе такав отпад. Истина, у Србији овакви контејнери постоје само у неким градовима (обично у тржним центрима или испред неких установа), али надамо се да ће се у будућности ово променити.

Веома младе особе данас проводе превише времена у играоницама.



Ноћни рад доводи до тога да вам се целог наредног дана спава.



Рад не може бити продуктиван уз гомилу забавних садржаја.



Годишње се избаце велике количине електронског отпада.



Сажетак

- Примена рачунара и ИКТ знатно су нам променили живот и свет у којем живимо. Рачунари се користе скоро у свим областима живота. Најзначајније су приватна комуникација, приступ информацијама, приступ мултимедијалним садржајима, географски информациони системи, канцеларијско пословање, електронска трговина и електронско банкарство.
- Користимо не само рачунаре опште намене, које већина нас има у домовима, већ и специјализоване рачунаре, без којих не би функционисали многи уређаји на које смо навикли (автомобили, авиони, телевизори, индустријске машине, роботи итд.).
- Рачунари имају и позитивне и негативне ефekte на здравље људи и животну средину.
- Негативни ефекти обично се јављају услед прекомерне и неправилне употребе рачунара (пре свега услед играња игара или боравка на друштвеним мрежама). Не препоручује се да због рачунара смањите физичку активност. Приликом коришћења рачунара треба водити рачуна о положају тела. Но је време за спавање.
- Током бављења неком озбиљном активношћу не би требало трајити време на успутне активности на рачунару (проверу поште, друштвене мреже).
- Неконтролисано одлагање рачунарског отпада може имати лош утицај на животну средину. Стар рачунаре не треба одлагати у обичан отпад, већ их треба рециклирати.

Питања и задаци за вежбу

1. На које области свакодневног живота су рачунари имали највећи утицај? Покушај да се сетиш још неких примера употребе рачунара који нису наведени у овој књизи.
2. Да ли си ти већ користио/користила рачунаре? У коју сврху?
3. Које мере се могу предузети како би заштитило здравље од последица дуготрајне употребе рачунара?
4. Шта је електронски отпад? Зашто је он опасан? Како треба да се решава овај проблем?
5. Шта је прокрастинација? Како се може превазићи?

Спољне референце

- На интернету можете пронаћи смернице за правилни положај тела при коришћењу рачунара (тражите „Computer ergonomics“). На пример, <http://ergo.human.cornell.edu/>.
- Одлагањем електронског отпада у Србији баве се поједине компаније (на пример, <http://www.ereciklaza.com>, <http://www.it-recycling.biz>).