

OPASKA!

- Ovi materijali namijenjeni su isključivo studenticama/studentima koji su upisali predmet “Računala i procesi” na FER-u u šk. g. 2002/2003.
- Za svako drugo korištenje potrebna je pismena suglasnost autora!
- Materijali služe kao pomoć u praćenju predavanja, a ne kao njihova zamjena te se ne mogu tumačiti izvan konteksta predavanja!

M. Žagar, 2002-10-01

ጠቅናላ ማህግብር



የጠቅናላ ማህግብር ወ ጠቅናላ ማህግብር
የጠቅናላ ማህግብር ወ ጠቅናላ ማህግብር
የጠቅናላ ማህግብር ወ ጠቅናላ ማህግብር
(ጠቅናላ ማህግብር)

የጠቅናላ ማህግብር
ወ
የጠቅናላ ማህግብር

Mario Žagar



Sveučilište u Zagrebu

Fakultet elektrotehnike i računarstva
(FER)

RAČUNALA I PROCESI

4. Stvarno vrijeme

Oxford Dictionary of Computing:

- ➔ **A Real Time System** - “Any system in which the **time at which output is produced is significant**. This is usually because the input corresponds to some movement in the physical world, and the output has to relate to that same movement. The **lag from input time to output time must be sufficiently small for acceptable timeliness.**”



Young S. (1982), Real Time Languages

- ☞ “any information processing activity or system which has to **respond** to externally generated input stimuli **within a finite and specified period**”



Randell et al., PDCS (1995):

The Predictably Dependable Computer Systems (PDCS)

- ☞ “A real-time system is a system that is required to react to stimuli from the environment (including the passage of physical time) **within time intervals dictated by the environment**”



Rad u stvarnom vremenu

- ➔ Naglašavanje dodatnih (specifičnih) zahtjeva koji se postavljaju na računala u primjenama gdje je potrebno reagirati na vanjski stvoreni signal u konačnom, ograničenom vremenu



Rad u stvarnom vremenu

- koliko je sati? **KADA?**
- **ZA KOLIKO** će biti gotov ručak?
- **VRIJEME**
- **VREMENSKO RAZDOBLJE**



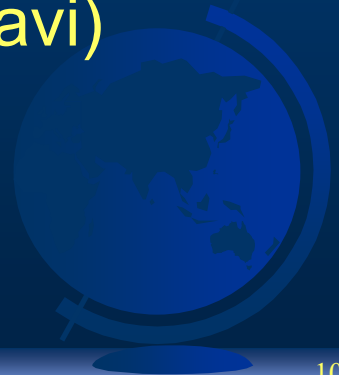
Stvarno vrijeme

- odziv (vrijeme od ulaza do izlaza)
- relativnost, ovisno o okolini (krstareća raketa Tomahawk, proizvodnja automobila i UNIX (višekorisnički rad) nemaju iste zahtjeve)
- predvidljivost, kada
- ispravnost rada računala ne samo rezultat izračunavanja već i vrijeme kada (za koliko) je rezultat proizveden!



Rad u stvarnom vremenu - osnovni zahtjevi

- izvršavanje zadataka u unaprijed definiranim vremenskim razdobljima
- reagiranje na vanjsku pobudu u određenom, također unaprijed definiranom vremenskom razdoblju (pobuda može biti i slučajne naravi)
- mjerenje apsolutnog i relativnog vremena



Rad u stvarnom vremenu - dodatni zahtjevi

- geografska raspodijeljenost
- modularnost
- prilagodljivost različitim primjenama
- hijerarhijsko i horizontalno povezivanje
- mogućnost promjene režima rada



Rad u stvarnom vremenu - dodatni zahtjevi

- ➔ cijena
- ➔ potrošnja
- ➔ rad u nepovoljnim uvjetima
- ➔ pouzdanost
- ➔ dimenzije
- ➔ otkrivanje i otklanjanje pogrešaka



Napredak u brzini rada μR

trajanje
prosj.
naredbe

$5\mu s$

$4\mu s$

$3\mu s$

$2\mu s$

$1\mu s$

I4004 (oko $20\mu s$)

10-tak ns

70

75

80

85

90

95

00

godine



Stvarno vrijeme

- ➡ “hard” and “soft” real-time
- ➡ “tvrdo” stvarno vrijeme - vrijeme, kada je apsolutni imperativ! (Boeing)
- ➡ “meko” stvarno vrijeme - vrijeme, kada je važno ali nitko neće poginuti ako se tu i tamo ne ostvari (vodostaj)
- ➡ interaktivni rad je još blaži oblik (rezervacija karata)
- ➡ “obrada plaća” je najblaži oblik



Svojstva sustava za rad u stvarnom vremenu

- real-time (stvarno vrijeme)
- embedded systems (računalo dio okoline)
- često složeni, veliki, promjenljivi
- manipulacija s realnim brojevima
- pouzdanost i sigurnost bitni
- paralelno upravljanje cjelinama procesa
- interakcija sa sklopovljem
- efikasna implementacija



Vrijeme

- ➡ “time frame” (vremenski okvir)
- ➡ mjerenje vremena (isti metar, isto poimanje vremena)
 - neposredni pristup
 - odgovarajuća aproksimacija



Norme vremena (I)

- ☞ solarni dan - vrijeme između dva najviša položaja sunca, varira 15 min. na godinu
- ☞ UT0 solarno vrijeme (Greenwich, definirano 1884. g.)
- ☞ UT1 UT0 uz korekciju polarnog pomicanja
- ☞ UT2 UT1 uz korekciju razlike u brzini okretanja Zemlje



Norme vremena (II)

- sekunda(1) - $1/86400$ dio prosječnog solarnog dana
- sekunda(2) - $1/31\,566\,925,9747$ dio tropske godine (1900. g.)
- sekunda(3) - trajanje od $9\,192\,631\,770$ perioda radijacije koja odgovara promjeni između dvije razine stanja Cezija 133 (točnost 10^{13} - pogreška od jednog takta u 300 000 godina)



Norme vremena (III)

- IAT (International Atomic Time) - temeljeno na Cezijevom atomskom satu
- UTC (Coordinated Universal Time) - IAT sinkroniziran s UT2 dodavanjem povremenih “praznih impulsa” (leap ticks)
- Maksimalna razlika između UT2 (astrologija) i UTC (atomski sat) održava se ispod 1/2 sekunde



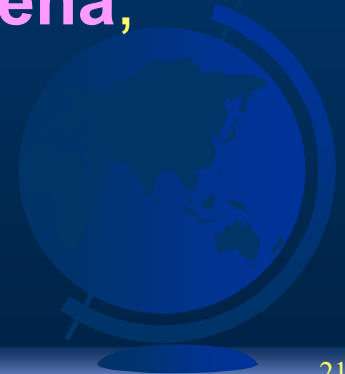
Jedinstveno poimanje vremena

- National Institute of Standards and Technology (NIST)
- Program NISTIMEW
- The overall uncertainty in the time comparison should be no worse than ± 0.5 seconds under all circumstances, and will be substantially less than this value in most cases.
- sinkronizacija vremena
- GPS (Global Positioning System)



GPS (Global Positioning System)

- Min. obrane SAD, razvoj od 1973., 1990. djelomično funkcionalan (Zaljevski rat)
- 12 milijardi USD
- 24 satelita, 24 sata na dan
- triangulacija - tri satelita, točan položaj
- posredno je **izvor točnog vremena**, sinkronizacija računala, mreža, određivanje Nove godine :-)



GPS (Global Positioning System)

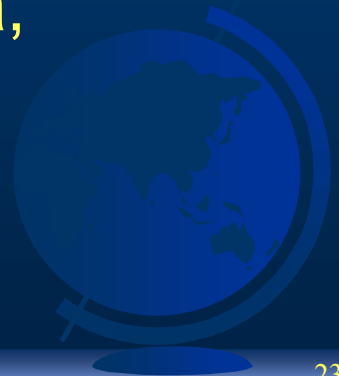
→ udaljenost do satelita - mjerenjem vremena propagacije signala, **mjerenje udaljenosti je mjerenje vremena (razdoblja)**

- satelit i prijamnik istovremeno (tačno vrijeme) generiraju pseudo-slučajni broj
- mjerenjem koliko je vremena trebalo da broj stigne do prijarnika mjerimo udaljenost do satelita
- razlika vremena x brzina svjetlosti
- kada je satelit u zenitu, vrijeme da signal dođe do Zemlje je oko 0,06 s (60ms)



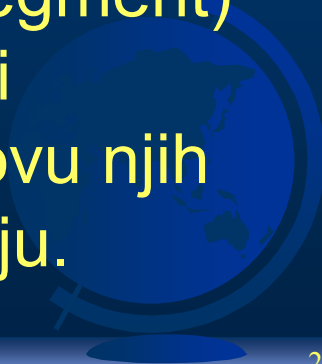
GPS - NMEA

- 3 satelita - x,y,z koordinata
- 1 satelit - točno vrijeme
- nakon toga dovoljna 3 satelita
- kritična veličina je vrijeme
 - pogreška u mjerenju vremena od 10 ns
 - pogreška u mjerenju udaljenosti od 3 metra
- usporenje u atmosferi (ionosfera, troposfera) - grješka
- GPS i UTC vrijeme se razlikuju, korekcija na kraju godine



GPS (Global Positioning System)

- Satelitski segment (The Space Segment) - 24 satelita u Zemljinom orbiti na visini 20183 km.
- Kontrolni segment (The Control Segment) - 5 kontrolnih stanica koje prate i nadziru sve parametre satelita.
- Korisnički segment (The User Segment) čine svi civilni i vojni korisnici koji primaju signale satelita i na osnovu njih vrše mjerenja, tj. određuju poziciju.



GPS (Global Positioning System)

- 4-8 satelita iznad 15% elevacije,
- period 12 sati
- 24 satelita, 4x6 ravnina, 55 stupnjeva, 4 aktivna rezervna satelita
- satelit - atomski sat, računalo, radio veza
- almanah - gdje koji satelit i kada



GPS (Global Positioning System)



- NAVSTAR, satelit BLOK II
- 2 rubidijeva i 2 cezijeva sata
- stabilnosti 10^{-14} - 10^{-15}
- frekv. (probl. ionosfere)
L1=1575,46MHz,
L2=1227,60 MHz



GPS (Global Positioning System)

- **Standard Positioning Service (SPS)**
 - 20 metara, namjernim unošenjem grješke 100m
- **Precise Positioning Service (PPS)**
 - manje od 20 metara
- **DGPS (differential GPS) do 3 metra**
 - zemaljske stanice
- **DGPS i fazna mjerenja do 1 cm**



GPS - norma NMEA

BWC - Bearing and distance to waypoint - great circle

☞ BWC,225444,4917.24,N,12309.57,W,051.9,T,031.6,
M,001.3,N,004*29

- 225444 UTC time of fix 22:54:44
- 4917.24,N Latitude of waypoint
- 12309.57,W Longitude of waypoint
- 051.9,T Bearing to waypoint, degrees true
- 031.6,M Bearing to waypoint, degrees magnetic
- 001.3,N Distance to waypoint, Nautical miles
- 004 Waypoint ID



Prikaz vremena

- ☞ Čemu služe norme?
- ☞ Zbog čega svi pričaju, boje se, strepe, uživaju u problemu Y2K?
- ☞ [ISO_time.html](#)
- ☞ [UNIX_vrijeme.wpd](#)



Rad u stvarnom vremenu - projektiranje

- zadovoljavanje uvjeta okoline ograničava univerzalnost
- postupak je unikatni
- ništa ne smije biti na štetu uređaja (okoline) u koju se računalo ugrađuje
- izbor koncepcije koja zadovoljava uvjete
- izbor (projektiranje) sklopovske opreme
- proizvodnja programske opreme



Projektiranje sustava

- lokalni poslovi - mikroračunala lokalne razine
- globalni poslovi - veća računala
- raspodijeljeni sustavi - mreže računala

