

Ugrađeni softver

(Embedded software)

Sadržaj:

- ▶ Uvod
- ▶ Dizajn ugrađenih sistema
- ▶ Analiza vremena izvršavanja
- ▶ Operativni sistemi u realnom vremenu (real-time OS)

Šta je ugrađeni softver?

- ▶ Ugrađeni softver je deo hardver/softver sistema koji omogućava tom sistemu da reaguje na događaje iz okruženja.
- ▶ To je softver koji je reaktivan, tj. on mora da reaguje na događaje iz okruženja, onoliko brzo koliko mu to okruženje nameće.
- ▶ Danas je deo **svakog** elektronskog aparata.
- ▶ Zbog toga takav softver treba da bude ekonomičan i da radi u realnom vremenu.

Rad u realnom vremenu

- ▶ Sistem koji radi u realnom vremenu je sistem čija korektnost izvršavanja zavisi kako od rezultata izvršavanja tako i od vremena za koje se ovi rezultati dobiju.
- ▶ Sistemi čiji rad degradira ukoliko nisu zadovoljeni vremenski uslovi su **slabi sistemi u realnom vremenu**.
- ▶ **Jaki sistemi u realnom vremenu** su oni koji vraćaju systemske greške, odnosno zaustavljaju s radom, ukoliko se ne ispoštuju vremenska ograničenja.

Osobine ugrađenih sistema

1. Ugrađeni softver mora da radi bez prestanka. On se pokreće kada se hardver uključi i mora da se izvršava sve dok se hardver ne isključi. Zbog ovoga i mora da radi u realnom vremenu.
2. On mora da bude spreman da reaguje na nepredviđena dešavanja iz okruženja. Zbog čega se implementira kao nekoliko procesa koji se izvršavaju paralelno.
3. Na dizajn ovog sistema uveliko utiču fizička ograničenja hardvera, te on mora da bude vrlo efikasan kako bi bio dovoljno efektivan.

Osobine ugrađenih sistema (2)

4. Ugrađeni softverski sistemi moraju da mogu da komuniciraju sa velikim brojem međusobno različitih uređaja, tj. delova aparata.
5. Sigurnost i pozdanost su izuzetno bitni, jer greške u ovakvim sistemima mogu imati velike posledice, kako po ljude tako i one ekonomske prirode.

Dizajn ugrađenih sistema

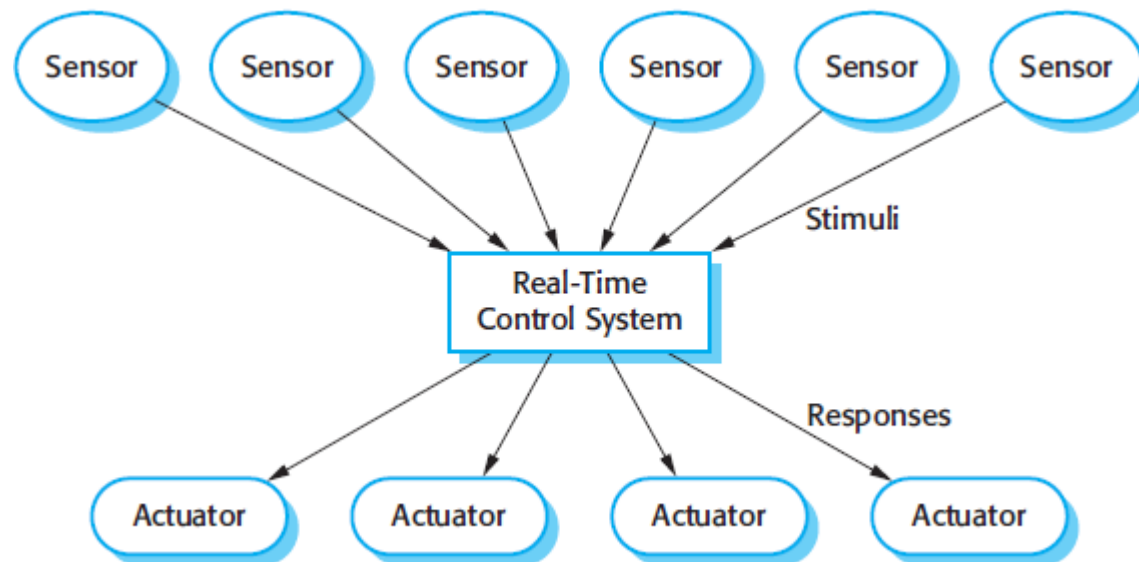
Nadražaj-odgovor model

(Stimulus-response model)

- ▶ Kako dizajn ugrađenih sistema zavisi uveliko od uređaja u koji će se ugraditi, standardni procesi dizajniranja nisu primenljivi.
- ▶ Ovi sistemi su reaktivni i kao takvi njihov dizajn je zasnovan na modelu nadražaj-odgovor.
 - ▶ **Nadražaj** ili **stimulus** je spoljašnji događaj na koji sistem treba da odgovori.
 - ▶ Periodični nadražaji se ponavljaju u regularnim vremenskim intervalima.
 - ▶ Aperiodični nadražaji se pojavljuju neregularno i nepredvidljivo.
 - ▶ **Odgovor** je signal ili poruka koju softver šalje okruženju preko hardvera.

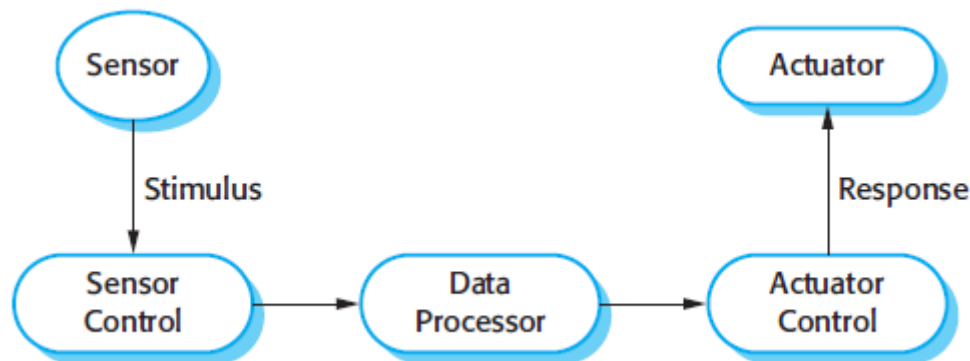
Opšti model ugnježdenog sistema za rad u realnom vremenu

- ▶ Nadražaje registruju senzori sistema.
- ▶ Odgovori se šalju preko pokretača (aktuatora).
- ▶ Sistem za kontrolu omogućava uparivanje odgovarajućih nadražaja i odgovora.



Opšti model ugnježdenog sistema za rad u realnom vremenu (2)

- ▶ Funkcionisanje ovog modela je omogućeno preko paralelnih procesa:
 - ▶ Procesi za upravljanje senzorima upravljaju prikupljanjem podataka.
 - ▶ Procesi za obradu podataka obrađuju ulazne podatke i određuju koji su odgovarajući odgovori.
 - ▶ Procesi za kontrolu pokretača omogućavaju njihov rad i reagovanje aparata podesnim odgovorom.



Proces dizajniranja ugnježdenog sistema

- ▶ Kako su ovi sistemi namenski odnosno javljaju se u velikom broju varijanti, ne postoji opšti recept za dizajniranje.
- ▶ Umesto opšteg postupka dizajniranja, koristi se mešavina procesa, zavisno od tipa sistema i njemu dostupnog hardvera:
 - ▶ **Selekcija platforme**. Ovaj proces podrazumeva odabir izvršne platforme (tj. hardvera i odgovarajućeg OS-a). Faktori koji utiču na njega jesu pre svega koja je namena aparata za koji se pravi ugrađeni softver.

Proces dizajniranja ugnježdenog sistema

- ▶ **Prepoznavanje nadražaja i odgovora** na osnovu kojih će biti modeliran sistem.
- ▶ **Analiza vremenskih ograničenja.** Za svaki nadražaj i njegov odgovor se procenjuju vremena izvršavanja kako bi se na osnovu njih odredila vremenska ograničenja na nivou procesa u sistemu.
- ▶ **Dizajniranje procesa.** U ovoj fazi se procesi nadražaja i odgovora pretakaju u konkretne procese softvera. Često korišćenjem uzoraka za projektovanje.
- ▶ **Dizajniranje algoritma,** koji izvršavaju odgovarajuća računanja za odgovarajuće parove nadražaj-odgovor.

Proces dizajniranja ugnježdenog sistema

- ▶ **Dizajniranje podataka** koji se razmenjuju u okviru samog ugnježdenog sistema.
- ▶ **Raspoređivanje procesa.** U ovoj fazi se dizajnira raspored izvršavanja, koji će garantovati zadovoljavanje vremenskih uslova izvršavanja svih procesa.

Raspored ovih procesa zavisi od tipa sistema koji se razvija.

Specijalizovani programski jezici

- ▶ Kako ugnježdjeni sistemi zahtevaju rad u realnom vremenu standardni programski jezici nisu dovoljno “brzi”.
- ▶ Jaki ugnježdjeni sistemi se često programiraju u assembleru.
- ▶ Za slabe se često koriste specijalizovani jezici:
 - ▶ C je efikasan, ali ne omogućava konkurenciju i rukovanje s resursima.
 - ▶ Zbog enkapsulacije i pristupanja podacima preko atributa objekata, objektni jezici nisu dovoljno efikasni za rad u realnom vremenu.
- ▶ Zbog toga se koriste modifikovani jezici poput Real-time Jave, koji su specijalizovani za programiranje ovih sistema.

Uzorci za arhitekture ugrađenih sistema

- ▶ S obzirom na specifičnosti ugrađenih sistema, razvijeni su posebni uzorci.
- ▶ Ovi uzorci su orjentisani na procese a ne na objekte ili komponente kao većina uobičajeni, a oni su:
 - ▶ **Posmatraj i reguj.** Ovaj uzorak se koristi kada je potreban skup sensora koji kontinualno posmatraju. Kad registruju neki događaj, sistem reaguje pokretanjem procesa koji odgovara na ovaj događaj.
 - ▶ **Kontrola okruženja.** Koristi se kod sistema koji sensorima prikupljaju informacije iz okruženja i shodno tim informacijama aktuatorima menjaju stanje okruženja.

Uzorci za arhitekture ugrađenih sistema(2)

- ▶ **Procesni cevovod.** Ovaj uzorak se koristi kada se podaci moraju menjati iz jedne reprezentacije u drugu, pre nego što se mogu obraditi. Transformacija se implementira kao niz koraka, koji se mogu izvršavati konkurentno.

U praksi se često koristi kombinacija uzoraka. Npr. u uzorku kontrole okruženja, pokretači se nadgledaju korišćenjem posmatraj i reaguj uzorka.

Analiza vremena izvršavanja

Šta podrazumeva vremenska analiza?

- ▶ Računanje koliko često se moraju izvršavati procesi u sistemu kako bi se obezbedilo da su svi ulazni procesi obrađeni i svi odgovori omogućeni.
- ▶ Rezultati ovih analiza se koriste kako bi se odredilo koliko često svaki proces treba da se izvrši kao i u kom redosledu.

Poteškoće pri analizi

- ▶ Većina sistema zahteva rad i sa aperiodčnim nadražajima i odgovorima. Zbog nepredvidivosti ovih događaja, vremenska analiza je otežana čak i nemoguća, tako da se pribegava procenama.
- ▶ Ovde nastaje problem jer procene ne moraju uvek biti tačne zbog čega celokupne performanse sistema opadaju.
- ▶ Sa razvojem hardvera periodični signali su u potpunosti zamenili aperiodične signale (power fail).

Bitni faktori pri analizi

- ▶ **Krajni rokovi.** Rokovi do kojih se nadražaji moraju precesirati i odgovori generisani. Zavisno od tipa sistema, ne poštovanje ovih rokova ima različite posledice.
- ▶ **Frekvencija.** Broj puta u sekundi koliko se često moraju izvršavati procesi kako bi uvek zadovoljili krajne rokove.
- ▶ **Vreme izvršavanja.** Vreme potrebno da se nadražaj pretvori u odgovor. U zavisnosti od sistema analiziraju se kako prosečna vremena izvršavanja tako i izvršavanja u najgorem slučaju.

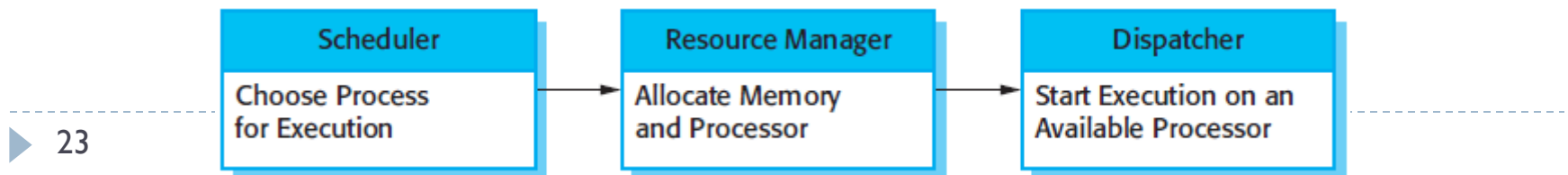
Operativni sistemi za rad u realnom vremenu

Šta su ovi sistemi?

- ▶ Operativni sistemi za rad u realnom vremenu su ogoljene verzije standardnih operativnih sistema koji pružaju usluge potrebne za rad ugrađenih softverskih sistema.
- ▶ To su specijalizovani sistemi koji se bave kontrolom paralelnih procesa i alokacijom resursa neophodnih za njihovo neprestano izvršavanje.

Komponente

- ▶ Komponente ovih operativnih sistema zavise od kompleksnosti sistema koji se razvija, ali uglavnom obuhvataju:
 - ▶ **Sat** koji omogućava periodično raspoređivanje procesa.
 - ▶ **Rukovanje prekidima**, koji omogućavaju reagovanje na neperiodične nadražaje.
 - ▶ **Menadžera procesa**, koji određuje u kom rasporedu će se koji procesi izvršavati.
 - ▶ **Menadžera resursima**, koji alocira potrebne memorijske i procesorske resurse procesima koji su na redu za izvršavanje.
 - ▶ **Dispačera**, koji je zadužen za pokretanje izvršavanja procesa.



Menadžer procesa i prekidi

- ▶ Menadžer procesa mora da rukuje s procesima različitih prioriteta. Neki procesi se moraju izvršavati odmah, zbog vremenskih ograničenja, a neki se mogu odlagati.
- ▶ Zbog ovoga operativni sistemi za rad u realnom vremenu moraju da omoguće dva nivoa prioriteta procesa:
 - I. Nivo prekida. Ovo je najviši nivo prioriteta i dodeljuje se procesima koji se moraju urgentno izvršiti.
 - II. Nivo sata. Ovaj nivo prioriteta se dodeljuje periodičnim procesima.

Menadžer procesa i rasporedi izvršavanja

- ▶ U bilo kom trenutku, moguće je da veliki broj procesa različitih prioriteta čeka na izvršavanje.
- ▶ Zbog toga ovi operativni sistemi moraju imati strategije za pravljenje rasporeda.
- ▶ Dve najčešće su:
 - ▶ Npreventivno raspoređivanje. Kod ove strategije proces koji je na redu na izvršavanje će se izvršiti do kraja, osim ako ga ne blokira neka izuzetna situacija.
 - ▶ Preventivno rapoređivanje. Procesi viših prioriteta mogu da zaustavljaju procese nižih prioriteta.

HVALA NA PAŽNJI!
PITANJA?

Uroš Mihailović

