Grondslagen v/d beleidsinformatica Hoofdstuk 6: Binnenkant v/e computer

**6.1 OVERZICHT**

De CPU (centrale verwerkingseenheid) werkt samen met andere apparaten
 - Geheugens
 - Randapparaten
 - ...

**6.2 WAT WILLEN WE MET DIT HOOFDSTUK BEREIKEN
6.3 INHOUD**

***ZIE OVERZICHT PAGINA 99 - 100***

**6.4 COMPUTER ALS INSTRUCTIE-MACHINE**

**6.4.1 Waar zijn computersystemen goed voor**

Computers verwerken gegevens
**Computer:** machine die instructies kan uitvoeren
--> Hij voert enkel uit wat hem wordt opgedragen
 - Programma’s
 - Software
**Computer:** zeer *deterministisch*--> Hij voert een opdracht uit nadat de vorige opdracht is beëindigd
*Opdrachten* en *gegevens* bevinden zich in het geheugen v/d computer

**6.4.2 Waar zijn computersystemen niet voor**

Computer heeft geen opties of zelfstandige keuzes
--> werking is zeer methodisch, operationeel qua uitvoering

Computers hebben geen
 - Verbeelding
 - Creativiteit
 - Intuïtie
 - Subtiliteit
 - Humor
 - Weerwraak
 - Zelfstandige bedoelingen
 - Vrije wil

Door het ***deterministisch uitvoeren*** zou eenzelfde programma met dezelfde gegevens dezelfde resultaten moeten bekomen

**6.5 OPBOUW VAN HET INTERN GEHEUGEN**

Computer verwerkt gegevens via een programma
**Intern geheugen:** bevat ***programma’s in werking*** en de ***gegevens***
--> **main memory** of **hoofdgeheugen**

Het intern geheugen bestaat uit **geheugencellen** (genummerd)
**Adres:** de nummer v/e geheugencel

Elke geheugencel kan bestaan uit *gegevens* en *programmaopdrachten*

**Geheugencel:** bestaat uit aantal geheugen elementen
--> Elk **geheugenelement** dient voor de opslag van één bit (0 of 1)
Dit werkt via de ***flip-flopschakeling***

Tegenwoordig werkt men met **byte-adressering** (of **karakteradressering**)
--> per geheugencel één byte mogelijk (8 bits)
Eén karakter is 8 bits
--> Voor een vier letterwoord heeft men dus vier geheugencellen nodig

Het intern geheugen bestaat uit twee grote delen:
 - **RAM-geheugen** (**R**andom **A**ccess **M**emory)**:** lees- en schrijfbaar (direct toegankelijk)
 - **ROM-geheugen** (**R**ead **O**nly **M**emory): enkel leesbaar

Het ROM-geheugen wordt gebruikt door de constructeur
--> herschrijfbaarheid wordt niet toegelaten ter bescherming
*Voorbeeld:* opstartprogramma of bootstrap

**6.5.1 Werking van het RAM-geheugen**

Het RAM-geheugen werk via twee registers v/d controle-eenheid:
 - **MAR** (**M**emory **A**ddress **R**egister)
 - **MBR** (**M**emory **B**uffer **R**egister)

Beide zijn noodzakelijk voor het ophalen en wegschrijven van gegevens/instructies

***Cellen*** v/h intern geheugen zijn ***verbonden*** met het ***adresregister***Alle mogelijke combinaties van bits in het adresregister
--> één unieke verbindingslijn met geheugencel (***1-signaal***)
Hiernaar zal men ***schrijven*** of ***lezen***
***Niet actieve*** verbindingslijnen (niet actieve geheugencellen) krijgen een ***0-signaal***

**!** Elke cel is dus verbonden, ook de niet-actieve

Elke geheugencel heeft ook een verbinding met een ***leeslijn*** en een ***schrijflijn***
--> Krijgt een 1-signaal indien ze gelezen of geschreven wordt

Daarnaast is er een verbinding met de ***geheugenregister***
--> bij verbinding worden de gegevens hiernaar gekopieerd
Hierdoor kan de **CPU** de gegevens gaan gebruiken

Omgekeerd geldt ook: zaken in het geheugenregister kunnen geschreven worden naar het adresregister

De capaciteit v/h geheugenregister is minstens even groot als één geheugencel
De capaciteit v/h adresregister bepaald het aantal adressen en hoeveel cellen men kan benoemen

Iedere bit v/h adresregister kan de waarde 0 of 1 hebben
--> hierdoor kan een adresregister met capaciteit k bits in totaal **N = 2k** waarden opleveren

Een computersysteem kan een bepaald aantal geheugencellen uitbaten, het minimum is:
 - Het fysische aanwezige intern geheugen (aantal geheugencellen)
 - Aantal verschillende adressen dat men kan vormen N = 2kVaak is N groter dan het fysisch aanwezige intern geheugen
--> maakt ***uitbreidingen*** mogelijk

**6.5.2 Geheugensoorten en hiërarchieën van geheugens**

Intern geheugen is slechts deel v/h computergeheugen
De **registers** zijn een onderdeel v/d **CPU** en worden vaak gebruikt voor tussentijdse resultaten
--> voor CPU bewerkingen

Het **cache-geheugen** is ongeveer dezelfde hoeveelheid aan dezelfde snelheid geheugen als de registers
--> hier slaagt men de meest recente gegevens op zodat men deze niet steeds moet ophalen uit het intern geheugen

Het **externe geheugen/flash geheugen** bevatten ***persistente gegevens***
--> Bewaard doorheen verschillende computersessies

De **archiveringsmedia** dienen om zaken op te slaan die men lang niet gebruikt
--> CD, DVD, Tape, ...

**6.6 DE CENTRALE VERWERKINGSEENHEID**

Programmaopdrachten in het geheugen worden
 - Geanalyseerd
 - Gestuurd
 - Uitgevoerd
Dit door de ***processor*** (**CPU: C**entral **P**rocessing **U**nit of **CVE: C**entrale **V**erwerkings-**E**enheid)

Deze bestaat uit twee delen:
 - **Control unit** (controle eenheid)
 --> regelt verkeer in CPU
 - **ALU: A**rithmetic and **L**ogic **U**nit (rekenkundige en logische eenheid)
 --> voert bewerkingen uit

Programma’s uitvoeren en gegevens transporteren
--> omzetten van 0-signalen in 1-signalen (en vice versa)
Deze omzettingen worden gesynchroniseerd door middel van een **klok**

Via een **geheugenbus** staat het intern geheugen in verbinding met de CPU
--> CPU houdt tijdens de bewerkingen de gegevens wel bij in registers

Registers werken aan dezelfde snelheid als de CPU
**!** Geheugencellen v/h intern geheugen werken iets trager

De ***controle-eenheid*** bestaat ui vier belangrijke registers:
 - **Geheugenregister** - **Adresregister** - **Instructieteller** (program counter)
 - **Instructieregister**

Door het **cache-geheugen** kan men de snelheidkloof tussen processor (incl. registers) en intern geheugen overbruggen

Deze onderdelen zijn allen terug te vinden op het ***moederbord***
--> bevat alle kernonderdelen van een computer

**6.6.1 Klok**

Snelheid v/d uitvoering van computerinstructies wordt grotendeels bepaald door de klok
**Klok**: genereert op regelmatige tijdstippen elektronische pulsen

Hierdoor worden de activiteiten v/d componenten op elkaar afgesteld (qua tijd)
**Hertz:** kloksnelheid of aantal pulsen per seconden

*Voorbeeld:*Een processor met een kloksnelheid van 1 Ghz
--> verwerkt 1 miljard pulsen/seconde
Elke tik v/d klok is bijgevolg één nanoseconde

Klok bepaald ook hoe snel nieuwe instructies geleverd kunnen worden
--> een instructie vergt nl. meerdere klokpulsen

**MIPS**: **M**iljoenen **I**nstructies **P**er **S**econde
--> aantal uitgevoerde instructies door de processor per seconde

Klok is fysisch een kristal die schokken krijgt

**6.6.2 Rekengedeelte v/d centrale verwerkings-eenheid**

**ALU** zorgt voor ***rekenkundige*** en ***logische verwerkingscapaciteit***

**Rekenkundige operaties:** optellen, aftrekken, vermenigvuldigen, delen
**Logische operaties:** testen van condities, vergelijkingen van gegevens, ...

ALU manipuleert gegeven en werkt samen met de control unit (= dirigeert)

Er ontstaat een ***digitaal rekenapparaat*** wanneer men:
 - Bits kan omdraaien
 - Bits kan opschuiven
 - Bits kan optellen

**Bits omdraaien:** gaat via NOT-poort
***Poorten:*** elektronische schakelingen die zorgen voor 0 of 1 outputsignaal
**Not-poort:** inverteert signalen van 0 naar 1 of omgekerd

**Bits opschuiven:** gaat via schuifregisters
**Schuifregister:** heeft één invoer- en één uitvoerlijn
--> de bit worden steeds één flip-flop doorgeschoven

**Bits optellen:** gaat via telwerk
**Telwerk:** samengestelde schakeling die twee binaire getallen kan optellen
--> gaat via ***logische poorten***

**Instructieverzameling:** geheel van schakelingen die samen ALU vormen

**6.6.3 Controlegedeelte v/d centrale verwerkingseenheid**

**CU** (Control Unit, besturingsorgaan)
--> element v/d CPU
--> zorgt voor het ***ophalen van programma-instructies***--> zorgt voor het ***initiëren v/d uitvoering*** v/d opdrachten in de juiste volgorde--> zorgt voor het ***controleren v/d uitvoering*** v/d opdrachten in de juiste volgorde

De control unit bestaat uit wee delen
 - **Operators:** zegt wat er moet gebeuren (optellen, aftrekken, vergelijken, ...)- **Operands:** verwijzen naar geheugencellen waar gegevens zijn en waarop men de operatie moet uitvoeren

Besturingsorgaan maakt gebruik van ***registers*** bij het uitvoeren v/e taak
--> ***adres-*** en ***geheugenregister*** voor de communicatie met het intern geheugen
--> ***instructieteller*** (**program counter**) bevat de geheugenlocatie voor eerst volgende taak
 --> deze instructie moet in het ***instructieregister*** terecht komen
**Instructieregister:** voorziet de analyse v/d instructie (gescheiden in operator en operands)

De ***operator*** werkt met ***micro-instructies*Micro-instructie:** elementaire bewerkingen, elk geïnitialiseerd door één enkel besturingssignaal

De adressen v/d ***operands*** stuurt men naar het ***adresregister***
--> gegevens kan men nu ophalen

Het **besturingsorgaan** stuurt alles na verwerking naar de juiste geheugenruimte

**Computerprogramma’s** zijn ***controle-*** en ***berekeningsopdrachten***
--> uitvoering via het ***repeterend algoritme*** (**machinecyclus**) door control-unit

**Machinecyclus** gaat door drie stappen:
 - **Fetch:** ophalen v/d uit te voeren instructie uit hoofdgeheugen
 --> via adres in instructieteller --> overplaatsting naar instructieregister
 **!** Het adres v/d volgende instructie komt in de instructieteller

 - **Decode:** instructie in instructieregister wordt ***gedecodeerd***
 --> ontleding van ***operatiecode*** en ***operands*** om handelingen (bv. in ALU) te weten

 - **Execute**: instructie wordt uitgevoerd
 --> gegevens die uit het geheugen moeten komen, gebeuren via contol-unit
 --> gegevens die worden berekent, gebeuren via de ALU

**Sprongopdracht:** adres v/d volgende instructie afhankelijk v/h resultaat v/d vorige
--> tijdens de ***executefase*** wordt het juiste adres geladen

***ZIE VOORBEELD PAGINA 107 - 109***

Recente opkomst van ***multicore processoren***
 --> integratie van dual core of quad core in één chip
**dual core:** twee processorkernen **quad core:** vier processorkernen

De ene chip deelt één bus met hoofdgeheugen en randapparatuur
--> hierdoor zijn parallel bewerkingen mogelijk: vele sneller

**6.7 VERBINDINGEN MET CENTRALE VERWERKINGSEENHEID**

**Geheugenbus:** lijnen tussen intern geheugen en centrale processor
**I/O-bus:** lijnen tussen centrale processor en randapparatuur

Bits worden doorgegeven via stroompulsen (m.b.v. de lijnen)
--> werking kan op twee manieren:
 - Parallel
 - Serieel

**Serieel transport:** bits één na één op ***één lijn*Parallel transport:** bits over ***meerdere lijnen*** (tijdensgelijk)
--> Meerdere lijnen vormen een bus
**Busbreedte:** het aantal lijnen waaruit de bus bestaat (of aantal bits in één keer op de bus)

Parallelle communicatie is sneller
Seriële communicatie houdt lijnen vrij voor andere, gelijktijdige, communicatie

**6.7.1 Geheugenbus**

**Geheugenbus** (**systeembus**)
--> bevat drie soorten lijnen
 - **Datalijnen:** transport van gegevens/instructies tussen ***processor*** en ***intern geheugen***
 --> transport van gegevensbits
 --> verbonden met geheugenregister
 - **Adreslijnen:** transport van verschillende adressen v/h intern geheugen
 --> activatie van juiste gegevenscel (voor lees- of schrijfoperatie)
 --> verbonden met adresregister
 - **Controlelijnen:** transport van controle-informatie over alle gegevensverwerkende proces betrokken onderdelen
 --> *voorbeeld:* bepalen wat men moet lezen/schrijven naar/uit intern geheugen

Geheugenbus heeft altijd ***parallelle werking***

**6.7.2 I/O-bus en Interfaces**

CPU is verbonden met randapparatuur
--> werking via I/O-bus
**Bus** bevat ***digitale gegevens***, maar de **apparatuur** bevatten ***mechanische commando’s***

Gebruik maken v/e **interface** (***controller***)
--> omzetting digitale gegevens naar mechanische commando’s (voor echte besturing)
--> omzetting v/d externe code naar de code in de computer

*Voorbeeld:* indrukken toets op toetsenbord --> elektronisch signaal naar toetsenbord-interface
Interface genereert digitale code: karakter wordt voorgesteld in computer
Uiteindelijk doorgestuurd naar I/O-bus

**!** Interfaces zijn apparaat afhankelijk (elk apparaat heeft eigen signalen)

Er zijn twee soorten interfaces
 - **Parallelle interfaces:** parallelle kopies worden toegelaten tussen CPU en apparatuur
 - **Seriële interfaces:** zet parallelle bits om naar series van bits en omgekeerd

**!** Parallel of serieel zegt hier niets over snelheid
--> USB is ***serieel***en vele sneller dan oudere parallelle interfaces

CPU blijft meestal centrale beheerder --> alles gaat hier praktisch voorbij

**Interruptlijnen:** controle lijnen in I/O-bus
--> dragen doorgaans een **0-signaal**--> bij een ***afgewerkte I/O-opdracht*** zal dit een **1-signaal** worden

Sommige controllers laten directe ophaling uit intern geheugen toe
--> ***geheugenbus*** is via **brugschakelingen** *verbonden* met ***I/O-bus***Dit laat rechtstreekse communicatie toe zonder processorbelasting (processor blijft vrij)
*Voorbeeld:* moderne videokaarten

Tegenwoordig opteert men voor ***standaardinterfaces***--> vroeger voor elk apparaat een interface nodig
Nu standaardinterfaces vaak voor meerdere programma’s (soms tegelijk)
*Voorbeeld:***USB** (**U**niversal **S**erial **B**us)

USB laat toe om 127 trage randapparaten aan te sluiten
--> tegenwoordig ook snellere

**6.7.3 Groepering van computercomponenten in een moederbord**

**Moederbord:** brengt verschillende zaken samen in één printplaat

**6.8 TYPOLOGIE VAN COMPUTERSYSTEMEN**

Drie grote spelers in bedrijfswereld:
 - **Mainframe** (***grootschalige servers***)
 - **Serversystemen** - **Werkstations** (***clientsystemen***)

Steeds minder onderscheidt tussen bovenstaande systemen **Personal Computers** tegen bovenstaande voorbeelden in kleinschalige servers

**6.8.1 Mainframe systemen**

**Karakteristieken:** - Hoge verwerkingssnelheden
 - Grote capaciteit (intern/extern geheugen)
 - Snelle toegang tot schijfgeheugens
 - Grote groepen gebruikers gelijktijdig toegang geven aan gegevens
 - Beschikbaarheid en betrouwbaarheid

Mainframe zijn geen grote bakken meer
--> gewoon bureauformaat
Ze worden gekenmerkt door ***uitgebreid instructierepertorium*** en ***sterk ontwikkelde randapparatuur***
Extreem massaal gebruik is mogelijk
(veel gebruikers, veel instructies, tegelijk, verschillende processoren)

Mainframesystemen hebben **meerdere I/O-bussen** (**kanalen**)
--> kanalen kunnen vaak ook alles zelf afhandelen
Enkel activatie/stopzetting via CPU nodig

Men maakt gebruik van ***I/O-besturingseenheden***
--> zelfde functie als *interfaces* + besturing
--> kunnen meerdere apparatuur (**I/O-eenheden**) aan verbonden zijn
Een kanaal kan ook meerdere I/O-besturingseenheden bevatten

Kanalen zijn niet meer apparaatafhankelijk

***ZIE GRAFISCH VOORBEELD PAGINA 114***

Mainframes kan men voor alles gebruiken
--> **general purpose** machines
Toch voornamelijk ingezet bij vele gebruikers
--> administratieve doeleinden: bankwezen, reserveren luchtvaart, ...

Naast mainframe zijn er ook ***supercomputers***
--> richten zich specifiek op één soort toepassing
*Voorbeeld:* extreme rekensommen, ondervragingen

Vroeger was de mainframe het centrale informatie en communicatiesysteem
--> enkel toetsenbord en scherm verbonden met mainframe
Ondertussen ook gehele werkstations verbonden

**6.8.2 Server systemen**

**Serversysteem** is een computersysteem dat onderdeel is v/e computernetwerk
--> verleent toegang voor andere computers op het netwerk naar faciliteiten
 - computerprogramma’s (**application server**)
 - schijfgeheugen/gegevens (**file servers** of **data servers**)
 - printfaciliteiten (**print servers**)
 - netwerkfaciliteiten (**netwerk servers**)
Ze kunnen ***grootschalig*** (zoals mainframe) zijn of ***kleinschalig*** (lokaal netwerk: printer)
Gelijktijdig gebruik voor meerdere gebruikers is mogelijk

Vaak beperkt aantal gebruikers
Vaak één soort gebruik voor de server

Processoren v/d servers zijn gebaseerd op een kleiner instructierepertorium
--> eenvoudig en energievriendelijk
MAAR: wel vaak meerdere instructies nodig voor hetzelfde als individuele instructies v/e mainframe

**6.8.3 Werkstations en Client Systemen**

**Workstations** (werkstations)
--> ***standalone computers***
Ontworpen als afzonderlijke computers met één gebruiker
Wanneer men gebruik maakt van een ***server*** noemt men deze ***clients*** (client) **systemen**

Meer verdeling van informatie- en communicatieverwerking zorgt voor:
 - Grotere flexibiliteit
 - Grotere schaalbaarheid: capaciteit v/e systeem uitbreiden of inkrimpen

Vaak zijn **workstations** gebaseerd op **personal computers**
Voornamelijk uiteen gevallen in Apple en IBM-compatibele PC’s

**Desktop:** laat uitbreidingen toe
**Laptop** (**notebook**): compact en licht
**Tablet:** alles via scherm