

Opdracht Hardware

De wet van Moore

Huub de Beer

Eindhoven, 4 juni 2011

Introductie

Een persoonlijke geschiedenis van computergebruik

De eerste computer waarmee ik in aanraking kwam, bestond uit een platte beige kast met daarop een kleine monitor met felgroene letters: de *Tulip PC Compact 2*¹ van Nederlands makelij. Met enige regelmaat slaagde ik er in de computer te ontregelen en Windows 2.03² naar de knoppen te helpen. Keer op keer liep ik tegen de limiet van de 20 megabyte grote harde schijf aan.

De volgende computer waarop ik werkte was een heuse draagbare computer van 8.5 kilo: de *Toshiba T3200*³. Ook deze computer had een monochrome scherm, maar nu met een oranje gloed en een twee keer zo grote harde schijf. Het geheugen was met een megabyte bijna anderhalf keer zo groot dan de 640 kilobytes waarover de vorige computer beschikte.

Op deze laptop volgde enkele jaren later een *echt* draagbare computer, de *Toshiba 200CDT*⁴. Ondertussen hield de eerste computer er voorgoed mee op.

In 1998 kocht ik een merkloos goedkoop ding dat maar met moeite het nieuwe *Windows 98*⁵ kon draaien. Deze computer had een “echte” 266 mHz Pentium II processor, 16 megabytes geheugen en een harde schijf van enkele gigabytes. De geluidskaart en de Cd-rom brander die ik later inbouwde wilden maar niet werken met Windows. Gelukkig bood Linux⁶ uitkomst.

¹<http://www.tulipgv.nl/tpcc2.htm>

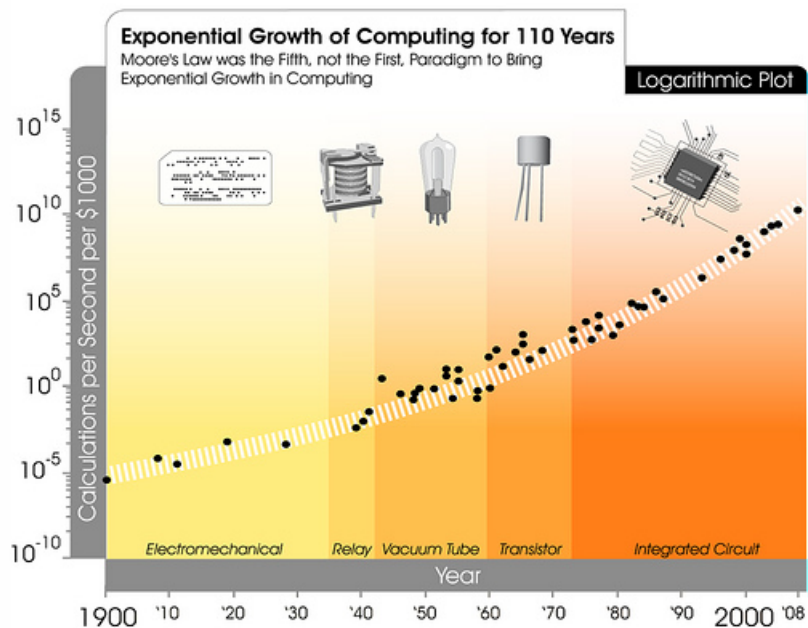
²http://en.wikipedia.org/wiki/Windows_2.0

³<http://www.toshiba-europe.com/computers/products/notebooks/t3200/index.shtm>

⁴<http://www.toshiba-europe.com/bv/computers/products/notebooks/satellite200cdt/index.shtm>

⁵http://en.wikipedia.org/wiki/Windows_98

⁶<http://en.wikipedia.org/wiki/Linux>



Figuur 0: Exponentiële groei van computertechnologie van 1900–2010. (van: jurvetson, ‘Transcending Moore’s Law’ (2009) <http://www.flickr.com/photos/jurvetson/3656849977/>)

Drie jaar later kreeg ik de beschikking over een *Fujitsu-Siemens Lifebook C-6175*, een laptop met 192 megabytes geheugen, een 500 mHz processor en zo’n zes gigabyte grote harde schijf. Een hele verbetering.

De komende jaren zou ik nog meer computers gaan gebruiken. Elke opeenvolgende computer was een verbetering was ten opzichte van de vorige: een snellere processor, meer geheugen, een grotere harde schijf, energie zuiniger, enzovoorts. In nog geen vijftien jaar tijd veranderde de computer van een veredelde typemachine in een multimediasysteem.

De wet van Moore

De verbetering van computerhardware blijkt zich al decennia voor te doen. In 1965 maakte Gordon Moore, een van de oprichters van Intel, de observatie dat elk jaar het aantal transistors op een computerchip verdubbelt⁷. Deze

⁷Gordon E. Moore, ‘Cramming more components onto integrated circuits’, *Electronics* 38:8 (1965), (URL:ftp://download.intel.com/museum/Moores_Law/Articles-Press_Releases/Gordon_Moore_1965_Article.pdf)

observatie staat bekend als de *wet van Moore*.⁸ De wet is ondertussen al een aantal maal aangepast om de trend van de groei van het aantal transistors op een chip beter aan te geven.

Ondertussen is ook duidelijk geworden dat deze trend niet voort kan duren. In een interview met *Techworld* kondigt Gordon Moore zelf het einde van “zijn” wet aan: “*It can’t continue forever. The nature of exponentials is that you push them out and eventually disaster happens. (...) In terms of size [of transistors] you can see that we’re approaching the size of atoms which is a fundamental barrier, but it’ll be two or three generations before we get that far - but that’s as far out as we’ve ever been able to see. We have another 10 to 20 years before we reach a fundamental limit.*”⁹. Dat wil overigens niet zeggen dat er aan de vooruitgang in chiptechnologie binnenkort een einde komt.

Naast de wet van Moore die een uitspraak doet over het aantal transistors op een chip zijn er de afgelopen veertig jaar verschillende varianten bedacht. Al deze varianten duiden op een vergelijkbare trend, zoals in de kosten van chips, de grootte van harddisks, het aantal pixels per dollar, enzovoorts.¹⁰ Al deze varianten verwijzen naar een fenomenale vooruitgang in computer-technologie die al zo’n 50 jaar voortduurt. Dat maakt de wet van Moore ook zo aantrekkelijk: het karakteriseert een hele industrie. (Zie ook Figuur 0 op bladzijde 1.)

Opdracht: schrijf een essay

Opdracht: schrijf een essay van ± 1100 woorden over het onderwerp: *de wet van Moore en ik*. In je essay ga je in op de volgende drie deelonderwerpen. Houdt bij elke opgave bij welke *bronnen* je gebruikt. Die lijst met bronnen vormt in de essayopdracht je literatuurlijst.

Deelonderwerpen

1. De historische context van de wet van Moore

Je gaat eerst op zoek naar de *historische context* van de wet van Moore. Hoe zag de wereld er uit toen Gordon Moore in 1965 zijn observatie publiceerde?

⁸http://en.wikipedia.org/wiki/Moore's_law

⁹Manek Dubash, ‘Moore’s Law is dead, says Gordon Moore’, *Techworld* 13 april (2005), (URL:<http://www.techworld.com/opsys/news/index.cfm?newsid=3477>)

¹⁰http://en.wikipedia.org/wiki/Moore's_law#Other_formulations_and_similar_laws

-
- Wie is Gordon Moore? En wie was Gordon Moore toen hij zijn wet formuleerde in 1965?
 - Hoe zag de computerindustrie er in 1965 uit? Wat waren toen de nieuwste technologieën?
 - Beschrijf de ontwikkeling van transistors tot en met het moment dat Gordon Moore zijn observatie in 1965 publiceerde.

2. De wet van Moore

Nu je wat weet van de achtergrond waarin Gordon Moore zijn observatie maakte, ga je op onderzoek naar de wet van Moore zelf: wat is eigenlijk die wet van Moore?

- Omschrijf de wet van Moore. Hoe heeft deze wet zich in de afgelopen 40 jaar ontwikkeld?
- Welke varianten op de wet van Moore bestaan er?
- Wat is/was het effect van de wet van Moore op de computerindustrie?
- Blijft de wet van Moore in de toekomst gelden? Leg uit waarom wel/niet.

3. Je persoonlijke geschiedenis van computergebruik

Tot slot ga je onderzoeken hoe de wet van Moore jouw leven heeft beïnvloed.

- Maak een lijst met de computers die je bij jou thuis hebt gebruikt. Tabelleer vervolgens verschillende technische specificaties van deze computers zoals het type processor en de snelheid in mHz, het grootte en type geheugen, het grootte en type harddisk, enzovoorts. Geef ook per computer aan *wat* jij met die computer deed.

Let op: deze lijst maakt als zodanig geen deel uit van je essay. Je gebruikt de informatie uit de lijst om je verhaal te vertellen. De lijst kan natuurlijk heel goed een bijlage of tabel zijn, maar in de tekst ga je in op wat deze lijst betekent.

- Doe hetzelfde als in de vorige opdracht maar nu voor je mobiele telefoons die je hebt gebruikt.
- Onderzoek in hoeverre de wet van Moore van toepassing is op jouw persoonlijke geschiedenis van computer en mobiele telefoongebruik.

-
- Hoe denk jij dat de wet van Moore jouw directe toekomst gaat beïnvloeden?

Je maakt van je antwoorden op deze drie deelvragen een origineel en eigen stuk. Je geeft zelf invulling aan hoe je deze drie deelvragen gaat verwerken in je essay. Het staat je vrij om een van de deelonderwerp uitgebreider te behandelen dan de andere, maar je behandelt alle drie de onderwerpen in voldoende mate.

De **doelgroep** van je essay zijn volwassen hoger opgeleide Nederlanders die weinig van informatica weten behalve van hun dagelijks gebruik van ICT. Zorg er dus voor dat je relevante begrippen over hardware uitlegt.

Verzorging, opbouw en tekst

Bij het vak Nederlands heb je geleerd hoe je een essay moet schrijven. Die kennis gebruik je hier!. Let daarnaast ook op de volgende punten:

- Bedenk een passende en originele titel
- Vermeld duidelijk je naam, je leerlingnummer en de datum
- Een essay bestaat uit een duidelijk onderscheiden inleiding, middenstuk en slot.
- Je essay is een lopend verhaal waarin de inhoud evenwichtig is verdeeld over de verschillende deelonderwerpen. Het is dus **geen aaneenschakeling van korte stukjes of antwoorden op de deelvragen**.
- Schrijf correct Nederlands
- Gebruik je eigen woorden.
- Citeren en parafraseren mag, maar met mate. Het essay is eigen origineel werk en dus geen knip en plak festijn:

citeren is het *letterlijk* overnemen van andermans woorden. Je zet die woorden tussen aanhalingstekens en je verwijst met behulp van een voetnoot naar de bron waaruit je citeert.

parafraseren is het in *eigen woorden* navertellen van andermans woorden. Je verwijst met behulp van een voetnoot naar de bron waaruit je parafraseert.

- Je voegt een lijst met geraadpleegde bronnen toe.
- Alle afbeeldingen, tabellen, grafieken, enzovoorts worden voorzien van een bij- of onderschrift.
- De verwijzingen naar bronnen, de lijst met geraadpleegde bronnen, de afbeeldingen, tabellen, grafieken, onder- en bijschriften, enzovoorts tellen niet mee met de ± 1100 woorden.

Referenties

Dubash, Manek, 'Moore's Law is dead, says Gordon Moore', *Techworld* 13 april (2005), (URL:<http://www.techworld.com/opsys/news/index.cfm?newsid=3477>).

jurvetson, 'Transcending Moore's Law', *Flickr* 24 juni (2009), (URL:<http://www.flickr.com/photos/jurvetson/3656849977/>).

Moore, Gordon E., 'Cramming more components onto integrated circuits', *Electronics* 38:8 (1965), (URL:ftp://download.intel.com/museum/Moores_Law/Articles-Press_Releases/Gordon_Moore_1965_Article.pdf).

Stokes, Jon, 'Understanding Moore's Law', *Ars Technica* 20 februari (2003), (URL:<http://arstechnica.com/hardware/news/2008/09/moore.ars>).