

TIES325 Tietokonejärjestelmä

Jani Kurhinen
Jyväskylän yliopisto
Tietotekniikan laitos

Kevät 2008

Luku 2

Tietokoneen kehittyminen

Englannin kielen sana computer tarkoitti alun perin ihmistä, jonka työtehtävänä oli laskea ja ratkaista matemaattisia ongelmia. Ennen varsinaisia tietokoneita koneellista laskentaa tehtiin mekaanisilla, joita nämä ihmistietokoneet operoivat. Varsinaisen tietokoneen syntyyn liittyy merkittävästi saksalainen insinööri Konrad Zuse, joka kehitti ensimmäisen automaattisesti hallitun laskentalaitteen. Mitä tämä automaattinen hallittavuus sitten tarkoitti? Laite ei ollut elektroninen, eikä siihen voinut nykytietokoneiden tapaan tallentaa suoritettavia ohjelmia, mutta laite kykeni lukemaan ulkoisia syötteitä reikäkorteilta ja tekemään operaatioita ohjatusti näiden syötteiden avulla.

Tietokoneen kehittymiseen ja erityisesti kehityksen nopeuteen on ollut sekä teknisiä että yhteiskunnallisia syitä. Osittain ensin mainittuun on ollut jälkimmäinen antamalla käyttön resursseja ja toisaalta tekemällä ala kiinnostavaksi huippuälykkäille tutkijoille.

2.1 Yhteiskunnan paine

Niin raadollista kuin se onkin, 1900-luvun suuret sodat ovat olleet merkittävä veturi tietotekniikan kehittymiselle. Toki sotilaallinen merkityksellisyys on aikaa myöten vähentynyt, mutta esimerkiksi Internetin perusteet on kehitetty täysin puolustusteollisuuden tarpeisiin. Vastaavasti vielä viime vuosituhannen lopulla esiintyi ongelmia Applen tehokkaimman IBM:n G4-suorittimeen perustuneen Power Macin, joka on puhtaasti kuluttajalaite, toimittamisessa ulkomaille, sillä USA:n lainsäädäntö katsoi laitteen kuuluvan strategisen teknologian piiriin laskentatehon yltäessä (vanhaksi käyneeseen) supertietokoneen määritelmään.

Varsinaisesta sotateollisuudesta hieman sivussa, mutta kuitenkin puhtaasi suurvaltapolitiittisesti erittäin merkittävä osuus oli myös Yhdysvaltojen ja Venäjän 1960-luvulla käynnistynyt kilpailu avaruuden valloituksesta. Tähän kilpailun voittaakseen NASA käytti suurin piirtein kaiken tietojenkäsittelykapasiteetin, minkä se onnistui saamaan ja oli myös valmis maksamaan lisäkapasiteetista uusien ja tehokkaampien koneiden kehittämiseksi.

Vaikka tietokoneen historian varhaisessa vaiheessa Euroopassa oltiin aivan eturintamassa, toisen maailmansodan jälkeen kehityksen veturiksi nousi Yhdysvallat. Euroopassa ei ollut samanlaista tarvetta kylmän sodan voimanoitukseen, eivätkä eurooppalaiset hallinnot täten rahoittaneet samassa määrin tieto-

teknistä kehitystä. Samalla Euroopassa oltiin myös varovaisempia uutta, aiemmin testaamatonta teknologiaa kohtaan, minkä vuoksi tietotekniikka ei noussut kaupallisesti kannattavaksi samaan tahtiin Yhdysvaltojen kanssa.

Varhaisessa vaiheessa Japanilla ei ollut juurikaan minkäänlaista merkittävää, vaikkakin se on tällä hetkellä yksi teknisen kehityksen kärkinimi. Japani löysi itsensä tietotekniikkakentälle vasta uudemman tekniikan aikakaudella, erityisesti integroitujen piirien myötä.

2.2 Z-sarjan tietokoneet

Konrad Zusen kehittämää laitetta voidaan siis pitää ensimmäisenä nykymuotoisena tietokoneena. Yksi merkittävimpiä ominaisuuksia näissä Zusen laitteissa oli tapa, jolla ne tallensivat tietoa. Zuse ei tuntenut sen ajan mekaanisten laskentalaitteiden teknologiaa, joten hänen täytyi suunnitella oma tapansa: tiedon tallentaminen binäärisenä muualla käytettyjen pyörivien (desimaalikantaisten) kiekkojen sijaan. Näin digitaalitekniikan aikakaudella on syytä vielä erikseen painottaa, että Zusen muistielementti ei ollut elektroninen, vaan mekaaninen, mutta kuitenkin binäärimuotoinen. Zuse jätti muistielementistään patenttihakemuksen vuonna 1936. Kaksi vuotta myöhemmin hän oli saanut valmiiksi ensimmäisen mekaanisen tietokoneen Z1:n. (Nimi oli alun perin V1, Versuchsmodell-1, mutta muutti sen välttääksensä sekaannuksen samannimiseen rakettiin.)

Z1:n aritmetiikkayksikkö käytti binäärisiä liukulukuja, mitä varten laitteessa oli erillinen muunnin kymmenjärjestelmästä liukulukuun ja takaisin. Vaikka Z1:n muistiyksiköt toimivatkin hyvin, oli sen aritmetiikkayksikön kanssa ongelmia. Siinä missä elektronisissa koneissa signaalin siirtäminen paikasta toiseen onnistuu varsin helposti yhdistämällä kaksi pistettä toisiinsa johtimella, mekaanisessa signaloinnissa käytetyt metallilevyt eivät olleet yhtä helppoja. Tekniikan kehittyessä Zuse teki uusia versioita koneistaan, Z2 - Z4, joissa käytettiin releitä signalointiin. Näiden koneiden kehittämisessä erityisen merkittävää oli, että Zuse oli tiiminsä kanssa yksin ja täysin tietämätön muualla tapahtuvasta tietokonetekniikan synnystä.

2.3 Tietotekniikan kaupallistuminen

Vuotta 1951 voidaan pitää kaupallisen tietotekniikan lähtölaukauksena. Tuolloin ensimmäinen kaupallinen yleiskäyttöinen tietokone luovutettiin tilaajalleen. Laitte oli UNIVAC ja tilaaja oli Yhdysvaltain väestönlaskentavirasto. UNIVACista tuli kaupallinen menestys ja seuraavan kolmen vuoden aikana laitteita toimitettiin noin parillekymmenelle asiakkaalle.

IBM oli jo elektronisten laskinten aikakaudella suuri yritys, joka myös havaitsi ohjelmitavien yleiskäyttöisten tietokoneiden kasvavan tarpeen. Heidän vastauksensa Remingtonin Randin UNIVACille oli kesällä 1952 julkistettu 701. 1960-luvulle tultaessa IBM oli siirtänyt oman paikkansa elektronisten laskinten markkinoiden hallitsijasta tietokonemarkkinoille.

Ensimmäiset kaupalliset tietokoneet perustuivat tyhjiöputkiin. Nämä olivat kuitenkin fyysisesti erittäin suurikokoisia ja helposti särkyviä. 1950-luvun loppupuolella transistorista oli tullut riittävän luotettava komponentti, jotta niitä voitiin soveltaa tietotekniikassa. Aluksi transistorit olivat kalliita, mutta tyhjiöput-

kiin verrattuna kestävä teknologia. Transistorien ansiosta tietokoneista voitiin tehdä pienempiä, edullisempia ja tehokkaampia kuin aiemmin. Tämä loi markkinat tietokoneille lähes kaikilla mahdollisilla aloilla. Siinä missä ensimmäisiä suurtietokoneita myytiin muutama kymmenen, pienehköjä transistoripohjaisia IBM:n 1401-malleja myytiin yli kymmenen tuhatta.

Huolimatta transistorien tuomista eduista, tietokone oli yhä kallis laite, joka oleensä liisattiin laitevalmistajalta. Valmistaja siis omisti yrityksen tiloissa olevan laitteen, ja erityisesti sen sisäiseen teknologiaan ei ollut kajoamista. Tähän tuli muutos uuden konetyypin, minikoneiden myötä. IBM:n hallitessa suurkonemarkkinoita markkinoilta löytyi tarve pienempitehoisille, edullisille tietokoneille. Suurtietokoneet kykenivät tiedon prosessointiin kymmenen desimaalin tarkkuudella, mutta todellisilla massamarkkinoilla ei yksinkertaisesti ollut mitään tarvetta tällaiseen. Minikoneessa yhdistyvät yksinkertaisempi, edullinen arkkitehtuuri, pienehkö koko, teknologia avoimuus¹, mikä helpotti kolmansien osapuolien sovelluskehitystä, laitteen hinta sekä kauppatapa². Erityisesti minikoneet eivät edes pyrkineet syrjäyttämään suurkoneita, vaan löysivät itselleen oman ekologisen lokeronsa.

2.4 System/360 – Laiteperheen synty

Yksi tietty laite ansaitsee erityismaininnan tässä yhteydessä. Aiemmin tietokoneen kehitys oli ollut yksittäisten tietokoneiden kehittämistä. Oli toki ollut mahdollista valita joltakin toimittajalta omaan tarpeeseen ja kukkaron paksuuteen soveltuva malli, mutta tarpeiden kasvaessa siirtyminen tehokkaampaan laitteeseen ei välttämättä ollut aina niin helppoa. Erityisesti käytettyjen ohjelmistojen siirrettävyys yhdeltä laitteelta toiselle oli varsin ongelmallista. Joitakin ratkaisuita tehtiin, joissa uusi, tehokkaampi kone kykeni lukemaan ja tulkitsemaan vanhemmalle järjestelmälle tehtyä koodia, mutta koodin suorittaminen perustui vanhan ohjelman ajonaikaiseen tulkintaan ja oli siten oleellisesti hitaampaa kuin uudelle järjestelmälle vastavastan suunniteltu koodi.

Tämä sama ongelma oli myös IBM:n kiusana. Kaksi sen erinomaisen tuotavaa laitetta 7094 ja 1401 olivat täysin epäyhteensopivia keskenään. IBM huomasi mahdollisen markkinaraon, otti suuren taloudellisen riskin ja rupesi suunnittelemaan tietokoneiden joukkoa, jotka noudattaisivat samaa arkkitehtuuria, mutta olisivat rakenteeltaan erilaisia. Syntyi System/360. Nimi viittaa asiakas-kuntaan, joka koostuisi kaikista mahdollisista potentiaalisista ryhmistä (the full circle of customers). System/360:n seuraaja System/370, joka oli edeltäjänsä kanssa ohjelmallisesti yhteensopiva, osoitti viimeistään konseptin toimivuuden. Nämä kaksi laiteperhettä hallitsivat noin 25 vuotta ja ovat edelleenkin perusta IBM:n isoille koneille.

2.5 Tietokoneiden sukupolvet

Tietokoneen kehityskaarta tarkasteleva luku päätetään tietokoneen sukupolvien määrittelyyn. Ns. nollannen sukupolven tietokoneet, jotka eivät varsinaisesti oleet tietokoneita, olivat mekaanisia laskulaitteita. Ensimmäisen tällaisen rakensi

¹Tietoja laitteen teknisistä toteutuksista jaettiin avoimesti kiinnostuneille.

²Minikoneen pystyi ostamaan omaksi, mikä yhdistettynä avoimeen teknologiaan mahdollisti laitteen mukauttamisen omiin tarpeisiin paremmin verrattuna suurkoneisiin.

Blaise Pascal 1642. Pascalin kone kykeni ainoastaan yhteen- ja vähennyslaskuihin, ja sitä operoitiin käsikäyttöisesti veivin avulla.

Ensimmäisen varsinaisen tietokonesukupolven tunnusomainen piirre on elektronisuus. Tämän ensimmäisen polven laitteet käyttivät tyhjiöputkia digitaali-logiikan toteuttamiseen. Ensimmäiset laitteet suunniteltiin toisen maailmansodan tarpeisiin³, mutta vasta sodan jälkeen⁴ alkoi niiden voittokulku. Ryhmään kuuluu myös nykytietokoneille erittäin tärkeä keksintö, ohjelman tallentaminen muistiin (stored program computer).

Toisen sukupolven perustan muodostavat transistorit, jotka korvasivat suuret, energiaa tuhlanneet ja herkästi rikkoutuneet tyhjiöputket. Transistorit eivät sinänsä tuoneet mitään uutta tietokonearkkitutuuuriin, mutta niiden avulla voitiin rakentaa pinempää, tehokkaampia ja massamarkkinoiden synnyttyä edullisempia tietokoneita.

Kolmannen sukupolven synnytti integroitu piiri, jonka avulla tietotekniikasta tuli suurten massojen palvelija⁵. Integroidun piirin avulla tietotekniikka halpeni tasolle, jollaista ei olisi voitu aiemmin kuvitellakaan.

Toisaalta sama tapahtui uudelleen siirryttäessä neljänteen sukupolveen ja suuren mittaluokan integroimisasteeseen (very large scale integration). 1980-luvulla tietotekniikka oli jo sellaisella hintatasolla, että henkilökohtaisen tietokoneen oli aika astua näyttämölle⁶.

³Brittien COLOSSUS oli ensimmäinen elektroninen tietokone, ja sen tehtävänä oli avustaa ENIGMAN koodin murtamisessa. Valitettavasti COLOSSUSen teknologia julistettiin sotasekretiksi, joten se vaipui unholaan.

⁴USA:n tarpeisiin suunniteltu ENIAC valmistui liian myöhään, vasta sodan jälkeen. Toisaalta tämä osoitti laitteen olleen aidosti yleiskäyttöinen, koska sillä tehtiin operaatioita, joihin sitä ei alun perin oltu suunniteltu.

⁵Tässä vaiheessa toki pitäydittiin vielä yrityskäytössä.

⁶Henkilökohtaisten tietokoneiden aika alkoi tosin jo 1970-luvulla, mutta vasta 1980-luvulla kysyntä räjähti.