

hyväksymispäivä

arvosana

arvostelija

Alan Turing

Justus Karekallas

Helsinki 12.5.2004

Seminaarityö, tietojenkäsittelytieteen historia

HELSINGIN YLIOPISTO

Tietojenkäsittelytieteen laitos

Sisältö

1	Johdanto.....	1
2	Nuoruusvuodet	2
3	Akateeminen ura.....	4
4	Toinen maailmansota.....	7
5	Ensimmäiset tietokoneet.....	8
6	Viimeiset vuodet.....	9
7	Yhteenveto.....	10
	Lähteet.....	10

1 Johdanto

Alan Turing on epäilemättä eräs viime vuosisadan nerokkaimmista tiedemiehistä. Hänen lapsuudestaan alkanut innostus mielen ja koneiden olemusta kohtaan ajoi häntä eteenpäin urallaan. Turing oli loputtoman kiinnostunut ihmismielen toiminnasta, ja hän yritti elämänsä loppuun asti selvittää älykkyyden olemusta siirtääkseen sen koneisiin. Erilaiset koneet ja niiden toiminnan tutkiminen olivatkin jatkuvasti Turingin mielenkiinnon kohteena.

Nykypäivän ihmiset saavat kiittää Alan Turingia monista arkipäivää helpottavista keksinnöistä. Ilman Turingin luovuutta jokapäiväinen elämämme saattaisi näyttää aivan erilaiselta. Esimerkiksi tietokoneen keksiminen olisi saattanut tapahtua myöhemmin ilman Turingin teorioita. Itse asiassa koko maailman kartta saattaisi näyttää toisenlaiselta, jos Turing ei olisi osallistunut toisessa maailman sodassa saksalaisten viestiliikenteen salauksen purkamiseen.

Turing ei kuitenkaan koskaan elinaikanaan saanut ansaitsemaansa tunnustusta, ja hän kuoli masentuneena ja ihmisiin pettyneenä miehenä. Tunnustuksen puute johtui osittain Turingin vaatimattomasta ja sisäänpäin kääntyneestä luonteesta, mutta myös hänen tärkeimpien julkaisujen huonolla ajoituksella oli oma osuutensa. Turing ei ollut erityisen kunnianhimoinen mies, joten hän ei edes pyrkinyt tekemään mainetekoja tai tuomaan itseään esille. Tämä luultavasti vaikutti myös siihen, ettei Turingin töille annettu niille kuuluvaa arvostusta. Toisaalta voidaan ajatella Turingin olleen niin paljon aikaansa edellä, että ihmiset eivät yksinkertaisesti osanneet arvostaa hänen keksintöjään.

Täysin ilman tunnustusta Turing ei kuitenkaan jäänyt. Hän oli ansioitunut matematiikan tutkija, joka muotoili monia matemaattisesti vaativia teorioita. Turing sovelsi ennakkoluulottomasti matematiikkaa uusiin tutkimuskohteisiin osoittaen nerokkuutensa muun muassa tekoälyn ja matemaattisen biologian tutkimuksessa. Tekoälyn tutkimuksessa häntä pidetään eräänä alan pioneereista. Turing oli myös kehittämässä ensimmäisiä tietokoneita, ja häntä pidetään yleisesti tietojenkäsittelytieteen perustajana.

Tässä kirjoitelmassa esitetään kronologisessa järjestyksessä Alan Turingin elämän vaiheet ja tärkeimmät saavutukset. Tekstin tarkoituksena on käydä lyhyesti läpi Turingin elämänsä vaiheet ja jättää yksityiskohtiin menevä tarkastelu lukijan oman harrastuksen varaan. Kirjoitelma on jaettu seitsemään lukuun, jotka jakavat Turingin elämän vaiheisiin. Luvussa 2 kerrotaan Turingin lapsuudesta. Luku 3 käsittelee Turingin alkuvaiheita akateemisessa maailmassa. Luvussa 4

keskitytään Turingin toimintaan toisessa maailman sodassa. Luvussa 5 selvitetään Turingin panosta tietokoneiden kehitystyössä. Luku 6 käsittelee Turingin viimeisiä vuosia. Luku 7 on kirjoitelman yhteenveto.

2 Nuoruusvuodet

Alan Mathison Turing syntyi Lontoossa 23. kesäkuuta 1912 vanhempiansa Julius Mathison ja Ethel Sara Turingin toiseksi pojaksi. Hänen isoveljensä, John, oli häntä neljä vuotta vanhempi. Pian Alanin syntymän jälkeen hänen vanhempansa lähtivät Intiaan, jossa Julius palveli maataan. Julius oli päättänyt, että hänen poikansa jäävät Englantiin, jotta heidän terveytensä ei vaarantuisi Intian trooppisessa ilmastossa. Alanin isän komennus päättyi vasta vuonna 1926, joten Alan vietti veljensä kanssa lapsuutensa useissa kasvattiperheissä Englannin etelärannikolla. Alanin äiti vietti enemmän aikaa lastensa parissa, mutta hänkin asui suurimman osan ajasta Intiassa. [Hod83, ss. 5-6]

Kesällä 1918 Alan lähetettiin valmistavaan kouluun nimeltä St. Michaels' oppimaan latinaa, joka tuolloin oli peruskouluun pääsyn edellytyksenä. Alan ei ollut kiinnostunut latinan opiskelusta eikä asiaa helpottanut se, että hänellä oli suuria vaikeuksia kirjoittamisen kanssa. Vaikka hän oli itse opettanut itsensä lukemaan kolmessa viikossa, ei koordinaatio hänen aivojensa ja kätensä välillä tuntunut toimivan kunnolla. Tästä huolimatta eräs Alanin mielipuuhiista oli erilaisten reseptien ja kaavojen kirjoittelu. St. Michaelsista alkoi kuitenkin Turingin vuosikymmenen kestävä taistelu ilmeistä lukihäiriötä vastaan. [Hod83, ss. 7-9]

Uutena vuotena 1922 Alan lähetettiin Hazelhurstin kouluun, jossa myös hänen veljensä opiskeli. Hazelhurst oli pieni 36 oppilaan koulu, jossa elettiin tarkkojen sääntöjen mukaan. Tämä ei sopinut Alanille, joka oli sitä mieltä, että koulunkäynti rajoitti hänen omia tieteellisiä kokeitaan. Alanin kiinnostus tieteitä kohtaan oli herännyt hänen saatua lahjaksi kirjan nimeltä 'Natural Wonders Every Child Should Know'. Kirja oli amerikkalaisen Edwin Tenney Brewsterin kirjoittama, ja se käsitteli luontokappaleiden lisääntymistä tieteen näkökulmasta. Alanille kirja oli tärkeä, sillä sen sisältämä tiede antoi merkityksen hänen koulun käynnilleen. [Hod83, ss. 10-12]

Opetukseen keskittyminen oli kuitenkin Alanille vaikeaa, sillä hänellä oli tapana syventyä ajatuksissaan erilaisten keksintöjen ja ajatusleikkien pariin. Koulun opettajat huomasivat tämän ja tekivät parhaansa saadakseen hänet lopettamaan kiinnostuksensa turhanpäiväisinä pidettyjä

tieteitä kohtaan. Tehtävä kuitenkin epäonnistui, sillä Alan ei suostunut lopettamaan keksintöjensä tekemistä, vaan suunnitteli itselleen muun muassa erilaisia apuvälineitä kirjoitusongelmiensa korjaamiseksi. [Hod83, ss. 13-14]

Syksyllä vuonna 1925 Alan joutui siirtymään Marlboroughin julkiseen kouluun, koska Hazelhurst oli tarkoitettu ainoastaan 9-13 vuotiaille pojille. Alan oli huolissaan sopeutumisestaan julkiseen kouluun, jossa hän ei uskonut voivansa jatkaa tieteellisiä kokeilujaan yhtä vapaasti kuin Hazelhurstissa. Onnekseen Alan joutui viettämään vain vuoden Marlboroughissa, sillä eräs Turingien perhetuttu järjesti Alanille tilaisuuden osallistua Sherbornen koulun pääsykokeisiin. Alan käytti tilaisuuden hyväkseen ja aloitti vuonna 1926 opinnot eräessä Englannin vanhimmista julkisista kouluista. [Hod83, ss. 19-20]

Sherbournessa Alanin tilanne ei kuitenkaan parantunut. Hän oli epäsuosittu muiden koululaisten keskuudessa eikä häntä edelleenkään kiinnostanut opetuksen seuraaminen. Alan joutui asenteensa vuoksi hankaluuksiin monien opettajien kanssa, eikä hänen uskottu koskaan valmistuvan. Kuudennen ja viimeisen lukuvuoden alkaessa Turingin annettiin osallistua vain matematiikan tunneille kuudesluokkalaisten mukana. Kaikissa muissa aineissa hän joutui opiskelemaan viidesluokkalaisten joukossa. Matematiikan tunneilla Alan osoitti opettajille kykynsä ja hänet nostettiin syksyn jälkeen kuudennelle luokalle. Keväällä 1931 Alan valmistui Sherbournesta ja alkoi keskittyä syksyllä alkaviin opintoihin Cambridgessa. [Hod83, ss. 21-59]

Alan oli tavannut Sherbournessa vuonna 1928 nuorukaisen, jolla tuli olemaan suuri vaikutus Alanin elämään ja uraan. Christopher Morcom oli matemaattisesti lahjakas nuori mies, joka tarjosi Turingille hänen kaipaamaansa älyllistä kumppanuutta. Morcomista tuli Alanin ensimmäinen todellinen ystävä, jonka älykkyyttä Alan ihaili vilpittömästi. Turing pyrki kaikessa olemaan Morcomin veroinen, mutta jäi useimmiten toiseksi heidän keskinäisissä kilpailuissaan. Kilpailu kuitenkin inspiroi Alania ja monet ovat sitä mieltä, että ilman Morcomia Turingin keksinnöt olisivat saattaneet jäädä tekemättä. [Hod83, ss. 35-45]

Christopher Morcomin ystävyyttäkkin tärkeämpi sysäys Turingin uralle lienee ollut Morcomin kuolema. Hän menehtyi vuonna 1930 pikkupoikana saamaansa tuberkuloosiin. Turing oli pitkään murheen murtama ja vannoi tekevänsä kaiken sen, mihin Morcom ei koskaan pystynyt. Kolmen vuoden ajan Turing kävi Morcomin äidin kanssa kirjeenvaihtoa, jossa pohti ihmismielen suhdetta materiaan. Tätä kirjeenvaihtoa pidetään impulssina, joka vauhditti Turingin nerouden kukkaan puhkeamista. [Hod83, s.47-]

3 Akateeminen ura

Sherbournesta päästyään Turing kirjoittautui Cambridgen King's Collegeen vuonna 1931. Cambridgessa Turing viihtyi huomattavasti paremmin, kuin Sherbournessa. Yliopiston itsenäiseen ajatteluun kannustava ilmapiiri tuntui sopivan hyvin Turingin luonteelle. Cambridgessa Turing sai vihdoin vapauden toteuttaa omia mieltymyksiään. [Hod83]

Turing valmistui kahdeksan parhaan joukossa King's Collegesta vuonna 1934. Seuraavana vuonna hänet hyväksyttiin Kings's Collegen jäseneksi topologiaan liittyvän tutkimuksensa ansiosta. Jäsenyys takasi hänelle vuotuisen 300£ tulonlähteen seuraaviksi kolmeksi vuodeksi ilman mitään velvollisuuksia. Lisäksi hän sai oman huoneen käyttöönsä Cambridgessa täksi ajaksi. Jäsenyys antoi Turingille mahdollisuuden keskittyä rauhassa tieteellisen tutkimuksen tekemiseen. [Hod83, s.94]

Vuonna 1935 Turing työskenteli joukkoteorian parissa ja suunnitteli siirtyvänsä kvanttimekaniikan tutkimukseen. Hän kävi kysymässä sopivaa aihetta matemaattisen fysiikan professori R.H. Fowlerilta, joka ehdotti omaa suosikkiaihettaan veden sähköisten ominaisuuksien tutkimusta. Turing aloitti tutkimuksen, mutta ei saanut sitä etenemään. Lopulta hän hylkäsi projektin ja koko matemaattisen fysiikan kentän, sillä jotain paljon kiinnostavampaa oli juolahtanut hänen mieleensä. Turingin uusi kiinnostuksen kohde oli jotakin, joka kosketti häntä itseään ja koko matematiikan ydintä. Kesällä 1935 hän sai ajatuksen mekaanista laskentaa suorittavasta koneesta, joka myöhemmin tultaisiin tuntemaan Turingin koneena. [Hod83, ss. 95-96]

Ennen nerokkaan ideansa saamista Turing osallistui M.H.A. Newmanin kursille, joka käsitteli matematiikan perusteita. Newmanin kurssilla pohdittiin saksalaisen matemaatikon David Hilbertin tutkimuksessa esitettyjä matematiikan ilmaisuvoimaan liittyviä kysymyksiä. Hilbert esitti vuonna 1928 kolme kysymystä [Asp80], s. 89], joihin ei sen ajan tietämyksellä osattu vastata. Ensimmäisessä kysymyksessä pohdittiin onko matematiikka siinä mielessä valmista, että jokainen ajateltavissa oleva matemaattinen lauseke voidaan todistaa joko oikeaksi tai vääräksi. Toinen kysymys koski matematiikan johdonmukaisuutta, millä Hilbert tarkoitti sitä, että mitään matemaattisesti epätodeksi todistettua lauseketta ei voida jollakin toisella tavalla osoittaa todeksi. Kolmannessa kysymyksessään Hilbert haki vastausta *ratkeamattomuusongelmaan* (Entscheidungsproblem, undecidability problem), jossa kysyttiin onko olemassa menetelmää, jolla voitaisiin osoittaa mikä tahansa matemaattinen lauseke todeksi. [Hod83, ss. 90-91]

Newmanin luennoilla Turing sai tietää, että Hilbertin kolmas kysymys oli vielä ratkaisematta. Kaksi muuta ongelmaa oli ratkaissut tsekkiläinen matemaatikko Kurt Gödel [Asp80, ss. 90-98]. Ratkeamattomuus-ongelma pyöri Turingin mielessä jatkuvasti, kunnes hän eräällä pitkällä juoksulenkillään keksi menetelmän ongelman ratkaisemiseksi. Hänen mieleensä juolahti ajatus yksinkertaisesta koneesta, jonka avulla voitaisiin osoittaa mikä tahansa laskennallinen ongelma ratkeamattomaksi. Turing alkoi tutkia mekaanisen laskennan menetelmiä ja esitteli lopulta teoreettisen koneen, joka pystyy suorittamaan tiettyjä tarkoin määriteltyjä toimintoja symboleja sisältävällä paperinauhalla. Kone koostuu ohjausyksiköstä, nauhapäästä ja nauhasta. Ohjausyksikkö siirtää nauhapäätä jompaankumpaan suuntaan nauhalta luetun merkin, koneen tilan ja tietyn siirtymäfunktion perusteella. Nauhapään avulla kone lukee nauhalla olevia merkkejä ja kirjoittaa uudet luettujen tilalle. Koneen käytössä oleva nauha ajatellaan äärettömän pitkäksi. [Hod83, ss. 96-99]

Tällaisen koneen avulla Turing osoitti, että Hilbertin kolmas ongelma on ratkeamaton. Koneen parissa työskennellessään Turing huomasi, että tietyissä olosuhteissa on mahdollista, että laskentaa suorittava kone voi joutua päättymättömään laskennalliseen silmukkaan. Tämän havaittuaan hän tuli siihen johtopäätökseen, että missään vaiheessa ennen laskennan aloittamista tai sen aikana ei voida varmuudella sanoa koneen koskaan pysähtyvän. Tämä oli Turingin mielestä selkeä osoitus Hilbertin kolmannen ongelman ratkeamattomuudesta. [Hod83, ss. 100-104]

Monien mielestä kaikkein nerokkain Turingin oivalluksista oli kuitenkin universaalien Turingin koneen keksiminen. Turing havaitsi tutkimusta tehdessään, että on mahdollista laatia kone, joka pystyy simuloimaan mitä tahansa Turingin konetta. Hän nimesi koneen universaaliksi Turingin koneeksi. Universaali kone toimii siten, että toimintansa aluksi se lukee mallinnettavan Turingin koneen koodin. Koodin luettuaan universaali kone toimii kuten tavallinen kone, mutta nyt sen avulla voidaan simuloida mallinnettavan Turingin koneen toimintaa. [Hod83, ss. 102-103]

Universaalien Turingin koneen käsite on tietojenkäsittelytieteen kannalta erittäin tärkeä, sillä se sisältää ajatuksen yhdestä koneesta, jolla voidaan suorittaa kaikkea ajateltavissa olevaa laskentaa. Universaalien koneen käyttöä varten täytyy vain laatia suoritettavaa toimintaa (Turingin koneita) kuvaavat funktiot. Turing tuli siis keksineeksi ohjelmoitavan tietokoneen periaatteen. [Hod95]

Huhtikuussa 1936 Turing näytti vielä julkaisemattoman työnsä tulokset Newmanille, joka vakuuttui Turingin ratkaisun kelvollisuudesta vasta lyhyen epäröinnin jälkeen. Newman ei

aluksi uskonut, että näin yksinkertaisella koneella voidaan ratkaista Hilbertin kolmas ongelma. Kumpikaan heistä ei ollut tietoinen siitä, että samaan aikaan amerikkalainen Alonzo Church oli päätenyt samankaltaisiin tuloksiin. Kun Churchin julkaisu saapui Cambridgeen, Newman ja Turing pelkäsivät Churchin tulosten vaarantavan Turingin työn tulosten julkistamisen. Churchin ratkaisu oli kuitenkin täysin erilainen ja jossain mielessä Turingin ratkaisua heikompi, joten Turing sai luvan julkaista työnsä. Turing julkaisi teoksensa otsikolla: 'On Computable Numbers with an Application to the Entscheidungsproblem' [Tur37]. Kyseisestä julkaisusta katsotaan laskettavuusteorian tutkimuksen alkaneen. [Hod83, ss. 111-112]

Turing ei koskaan saanut täyttä tunnustusta tekemästään työstä, ja hän joutui omassa julkaisussaan viittamaan Churchin työhön. Turingin julkaisema tutkimus nähtiin kuitenkin omaperäiseksi ja erilaiseksi Churchin tutkimukseen verrattuna. Church käytti teoriassaan matematiikkaa sen sijaan, että olisi esitellyt menetelmän, jota voitaisiin suoraan soveltaa reaali maailman asioihin. Turingin esittämä malli oli huomattavasti käytännöllisempi ja helpommin sovellettavissa. [Hod83, ss. 112-114]

Pian julkaisunsa jälkeen Turing lähti Princetonin yliopistoon jatko-opiskelijaksi, kuten lahjakkailla nuorilla tiedemiehillä siihen aikaan oli tapana. Kaksi vuotta kestäneiden opintojensa aikana hän tutustui muun muassa John von Neumanniin ja Churchiin, jonka valvonnassa hän suoritti tohtorin tutkintonsa. Von Neumann, jota myös yleisesti pidetään tietokoneen keksijänä, kunnioitti suuresti Turingia ja tunsu hänen mekaanisen laskennan teoriaa koskevan työnsä [Asp90, ss. 177-178]. Von Neumann tarjosi Turingille tutkimusapulaisten paikkaa Princetonissa, mutta Turing ei ottanut sitä vastaan. Hän halusi palata Englantiin, jossa häntä odotti uusittu kolmen vuoden jäsenyys Cambridgeissa. [Hod83, ss. 116-145]

Cambridgeen palattuaan Turing eli vuoden ajan Cambridgen jäsenyydestä saamallaan tuloilla keskittyen logiikan ja numeroteorian tutkimiseen. Syksyllä 1939 Turing piti elämänsä ensimmäisen luentosarjan Cambridgeissa samasta aiheesta kuin Newman neljä vuotta aikaisemmin. Kurssin loppukokeen erääksi tehtäväksi Turing asetti oman teoriansa oikeaksi osoittamisen. [Hod83, s.152]

Akateemisen uransa ohella Turing työskenteli salaisesti Englannin hallituksen palveluksessa koodin murtajana. Englannin tiedustelupalvelun keskeisimpänä tehtävänä oli saksalaisten salakirjoituslaitteen Enigman koodin murtaminen. Vuonna 1938 englantilaiset uskoivat Enigmalla tuotetun koodin murtamisen olevan mahdotonta. Tästä huolimatta hallitus värväsi

palvelukseensa ihmisiä, joiden ainoa tehtävä oli Enigman salauksen purkaminen. Alan Turing oli yksi heistä. [Hod83, s. 148]

4 Toinen maailmansota

Toisen maailmansodan käynnistyttyä Turing värvättiin koodinpurkajaksi brittien kryptologian keskukseseen, joka sijaitsi Bletchley Parkin pikkukaupungissa Lontoon lähistöllä. Bletchley Parkissa Turing ja matemaatikko W.G. Welchman rakensivat laitteen, jolla pystyttiin purkamaan saksalaisten koodattua viestiliikennettä. Laitetta kutsuttiin Bombeksi, ja se perustui puolalaisten käyttämään laitteeseen nimeltä Bomba. Turingin matemaattisten kykyjen ja Welchmanin teknologisen osaamisen ansiosta Bombesta tuli selvästi Bombaa tehokkaampi koodinpurkulaite. Bombella pystyttiin avaamaan kaikki Enigmalla salatut viestit, mikäli laitteen käyttäjä pystyi arvaamalla selvittämään jonkin salatun viestin osan. [Hod95]

Vaikka Bombe oli melko tehokas laite, sen avulla ei kuitenkaan pystytty avaamaan saksan laivaston viestejä, koska sen käyttämä järjestelmä oli muita monimutkaisempi. Turing oli murtanut järjestelmän jo vuonna 1939, vaikka sen uskottiin olevan murtamaton. Turingin käyttämää menetelmää ei kuitenkaan voitu hyödyntää viestien purkamisessa ilman lisämateriaalia ja parempia tilastollisia menetelmiä. Tästä syystä salattujen viestien purkaminen voitiin aloittaa vasta vuonna 1941. [Hod95]

Kun Yhdysvallat liittyivät sotaan, viestien purkaminen hankaloitui huomattavasti. Saksalaiset kehittivät Enigman entistä monimutkaisemmaksi, ja viestien purkaminen kävi pian mahdottomaksi. Ongelman ratkaisemiseksi britit turvautuivat elektroniikkaan. Bletchley Parkiin rekrytoitiin sähköinsinöörejä, jotka sovelsivat puhelimissa käytettyjä elektronisia komponentteja salauksen purkamisessa tarvittaviin laitteisiin. Insinöörien rakentamien laitteiden avulla aloitettiin saksalaisten sukellusveneiden käyttämän järjestelmän murtaminen. Vuoden 1943 alussa saksalaisten salausmenetelmä murrettiin, ja uusien laitteiden avulla pystyttiin seuraamaan sukellusveneiden viestiliikennettä sodan loppuun asti. [Hod95]

Turing työskenteli Bletchley Parkissa konsulttina sodan loppuun asti. Tässä tehtävässä hän huomasi elektroniikan käyttökelpoisuuden, ja alkoi perehtyä tarkemmin elektronisten laitteiden toimintaan. Turing ymmärsi nopeasti, että uusimpien elektronisten komponenttien avulla voitaisiin toteuttaa hänen suunnittelemansa universaali Turingin kone. Ennen sodan loppumista Turing oli jo aloittanut ensimmäisen tietokoneen suunnittelun. [Hod95]

5 Ensimmäiset tietokoneet

Universaalin Turingin koneen ilmentymää suunnitellessaan Turingin tavoitteena oli laatia kone, joka pystyy suorittamaan minkä tahansa koneen muistiin ohjelmoidun tehtävän. Sodan ansiosta tekniikka oli kehittynyt niin paljon, että Turing pystyi yhdistämään elektroniikan omaan ideaansa mekaanista laskentaa suorittavasta koneesta. Turing oli erittäin innostunut tietokoneen potentiaalista, vaikka tunsikin erinomaisesti laskettavuuden rajat. Hän oli vakuutunut siitä, että tulevaisuuden tietokoneet omaavat keinotekoisien älyn. [Hod95]

Turing sai suunnitelmansa valmiiksi vuonna 1946. Amerikkalaisilla oli kuitenkin ollut jo jonkin aikaa käynnissä projekti tietokoneen rakentamiseksi. Tietokonetta kutsuttiin nimellä EDVAC, ja se valmistui samoihin aikoihin Turingin suunnitelman kanssa. Jälleen kerran Turing sai huomata olevansa piirun verran myöhässä. Turingin onneksi englantilaiset perustivat oman projektinsa tietokoneen rakentamiseksi kilpaillakseen amerikkalaisten kanssa. Lopulta Turingin laatima suunnitelma hyväksyttiin ja hänet otettiin mukaan projektiin, jolle annettiin nimeksi ACE (Automatic Computing Engine). [Hod95]

Turingin tietokoneen toiminta poikkesi täysin Yhdysvaltojen tietokoneen toiminnasta, jossa kaikki toiminnan ohjaus tapahtui komponenttien avulla. Turing korosti suunnitelmassaan laitteiston nopeutta ja universaalin Turingin koneen käyttöä, mikä tarkoitti sitä, että tietokoneen toimintaa ohjataan ohjelmien avulla. Valintaansa Turing perusteli sillä, että teknologian kehittyessä tietokoneiden arkkitehtuuria joudutaan muuttamaan. Ohjelmien käyttöön perustuvan tietokoneen käyttöikä olisi siten manuaalista tietokonetta pitempi, jos kone alun perin rakennettaisiin mahdollisimman tehokkaaksi. [Hod95]

Turing ei saanut koskaan ACE-projektia valmiiksi. Vuoden 1947 lopussa hän lähti projektista palatakseen Cambridgeen, jossa hän keskittyi neurologian ja fysiologian tutkimukseen. Ainoatakaan tietokoneisiin liittyvää julkaisua hän ei tehnyt, vaikka omasi paljon ACE-projektiin liittyvää tietoa. Sen sijaan hän julkaisi kirjoituksia, jotka liittyivät nykyisten neuroverkkojen tutkimiseen. Turingia inspiroi näiden kirjoitusten tekemiseen ajatus siitä, että tarpeeksi monimutkaisen mekaanisen järjestelmän pitäisi osoittaa oppimiskykyä. Kyseisiä kirjoituksia ei kuitenkaan julkaistu Turingin elinaikana. [Hod95]

Keväällä 1948 Turing otti vastaan apulaisjohtajan paikan Manchesterin yliopiston tietokonelaboratoriossa, jota hänen entinen opettajansa Newman hänelle tarjosi. Kyseinen pesti oli Turingille lähinnä suojatyöpaikka, sillä hänen arvostuksensa oli laskenut huomattavasti

ACE-projektista lähtemisen jälkeen. Apulaisjohtajan paikalla hänen tehtävänä oli konekielisten ohjelmien kehittäminen. Turing kuitenkin epäonnistui tässä tehtävässä, sillä hänen ainoa julkaisunsa oli puutteellisesti toteutettu tietokoneen käyttöopas. [Hod95]

6 Viimeiset vuodet

Turing lähti Manchesterin tietokonelaboratoriosta maineeltaan entistä huonompana. Hän palasi aiempien tutkimustensa pariin ja aloitti monia uusia tutkimuksia, joita ei koskaan saanut päätökseen. Tätä ajanjaksoa pidetään Turingin kaoottisimpana kautena, jolloin hänen toimintansa ei ollut erityisen johdonmukaista. Silti erästä tältä ajalta peräisin olevaa tutkimusta pidetään yhtenä Turingin tärkeimmistä töistä. Kyseessä on teos nimeltä: *Computer Machinery and Intelligence* [Tur50], jota pidetään tekoälytutkimuksen klassikkona. Tässä teoksessa Turing muun muassa esittelee kuuluisan Turingin testinsä, jossa kysytään kysymyksiä sekä tietokoneelta, että ihmiseltä. Testin tavoitteena on osoittaa tietokoneen olevan älykäs. Jos kysymysten esittäjä ei osaa sanoa, kumpi vastaajista on ihminen, voidaan tietokoneen sanoa olevan älykäs. [Hod95]

Viimeinen Turingin merkittäväksi kohonnut tutkimus liittyi kasvien maailmaan. Vuonna 1951 hän julkaisi tutkimuksen, jossa tutkittiin *morfogeneesia* (morphogenesis) matemaattisten menetelmien avulla. Tutkimus on nimeltään: *The Chemical Basis of Morphogenesis* [Tur52], ja se on edelleen eniten viitattu Turingin tutkimus. Tutkimuksessa selvitetään, kuinka symmetristen ilmiöiden joukosta, kuten kukkien terälehdet, voi löytyä epäsymmetrisiä ilmiöitä. Tutkimusta ei pidetty erityisen merkittävänä sen julkaisu hetkellä, mutta nykyään sitä pidetään *nykyaikaisen epälineaarisen dynamiikan* (modern non-linear dynamic theory) teorian perustana. [Hod95]

Vuonna 1952 Turing tuomittiin syylliseksi epäsiiveelliseen käytökseen poliisiin saatua selville hänen suhteensa nuoren Manchesterilaisen miehen kanssa. Turingille annettiin mahdollisuus valita vankilatuomion ja estrogeenihoidon välillä. Turing valitsi estrogeenihoidon, jota joutui sietämään vuoden ajan. Estrogeenihoidon ja tuomion aiheuttaman häpeän seurauksena Turingin mieli alkoi kuitenkin järkkyyä. Hän yritti jatkaa morfogeneesin tutkimustaan, mutta psyykkiset ongelmat ajoivat hänet itsemurhaan 7. kesäkuuta 1954. Turing myrkytti itsensä syömällä omenan, jonka sisään hän oli ruiskuttanut syanidia. [Hod95]

7 Yhteenveto

Alan Turingin vaikutus tietojenkäsittelytieteeseen on merkittävä sekä syvyydessään, että leveydessään. Turing teki tutkimusta laajalla rintamalla tyydyttääkseen lähes pakkomielteisen tarpeensa luoda ajatteleva kone. Koko lyhyen elämänsä ajan hän tutki kaikkea, minkä uskoi liittyvän mekaanisen älyn aikaansaamiseen. Työskentely vaati luovaa ajattelua ja Turing osoitti projekteissaan omaavansa ilmiömäisen kyvyn havaita näennäisesti erilaisten asioiden välisiä yhteyksiä. Poikkeuksellisten kykyjensä ansiosta Turing kehitti merkittäviä teorioita monella tieteen alalla ja oli etenkin tietojenkäsittelytieteessä merkittävä tien raivaaja.

Turingin tärkeimpänä saavutuksena pidetään laskettavuusteorian kehittämistä, josta tunnetuin esimerkki lienee Turingin kone. Laskettavuusteoriolla on ollut suuri merkitys kehitettäessä nykyaikaisia tietokoneita, ja se on edelleen tärkeä tietojenkäsittelytieteen ja matematiikan tutkimushaara. Toinen merkittävä Turingin tekemä keksintö on tietokone, jonka kehittämisessä Turingin koneet olivat tärkeä apuväline. Turing oli myös eräs tietokoneiden arkkitehtuurien ja ohjelmien suunnittelun uran uurtajista.

Henkilönä Turing oli ristiriitainen. Hän oli erittäin kyvykäs matemaatikko ja tiedemies, mutta luonteeltaan epäsosiaalinen. Hän työskenteli mieluiten yksin, eikä hänellä ollut paljon ystäviä. Monet Turingin aikalaisista pitivät häntä omituisena ja ailahtelevana henkilönä, jonka ajatuksia oli vaikea seurata. Turing oli kuitenkin loistava tiedemies, jonka vaikutus viime vuosituhaten tieteeseen oli suuri. Voimme vain arvailla sen vaikutuksen suuruutta, jonka Turing olisi tehnyt, jos olisi saanut elää kauemmin.

Lähteet

- [Asp80] W.A. Aspray. From Mathematical Constructivity to Computer Science: Alan Turing, John von Neumann and the Origins of Computer Science, Ph.D on History of Science, University of Wisconsin-Madison, USA, 1980.

- [Asp90] W.A. Aspray. John von Neumann and the Origins of Modern Computing, the MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England, 1990.

- [CaD86] B.E. Carpenter ja R.W. Doran. A. M. Turing's ACE Report of 1946 and Other Papers, Charles Babbage Institute Reprint Series for the History of Computing, the MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England, 1986.
- [Hod83] A. Hodges. Alan Turing: The Enigma of Intelligence, Burnett Books Limited ja Hutchinson Publishing Group, 1983.
- [Hod95] A. Hodges. Alan Turing Home Page, <http://www.turing.org.uk/turing>, 1995.
- [Inc92] D.C. Ince. Collected Works of A.M. Turing – Mechanical Intelligence, North-Holland, 1992.
- [Neu32] J. von Neumann. Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik, Berlin, 1932.
- [Tur37] A.M. Turing. On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem, Proc. London Math. Soc. Series 2(42): ss 230-267, 1937.
- [Tur50] A.M. Turing. Computer Machine and Intelligence, Mind, October, 1950.
- [Tur52] A.M. Turing. The Chemical Basis of Morphogenesis, Phil. Trans. R. Soc., London, Vol. B237, 1952, pp. 37-72.