

hyväksymispäivä

arvosana

arvostelija

**Joseph Marie Jacquard
ja Jacquardin kutomakone**

Tiina Torvinen

Helsinki 2.5.2006

HELSINGIN YLIOPISTO

Tietojenkäsittelytieteen laitos

HELSINGIN YLIOPISTO – HELSINGFORS UNIVERSITET – UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta/Osasto – Fakultet/Sektion – Faculty/Section		Laitos – Institution – Department	
Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta		Tietojenkäsittelytieteen laitos	
Tekijä – Författare – Author			
Tiina Torvinen			
Työn nimi – Arbetets titel – Title			
Joseph Marie Jacquard ja Jacquardin kutomakone			
Oppiaine – Läroämne – Subject			
Seminaari – Tietojenkäsittelytieteen historia			
Työn laji – Arbetets art – Level		Aika – Datum – Month and year	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages
		2.5.2006	12 sivua
Tiivistelmä – Referat – Abstract			
<p>Tämä tutkielma käsittelee Jacquardin kutomakonetta ja kutomakoneen kehittäjää.</p> <p>Joseph Marie Jacquard suunnitteli Jacquardin kutomakoneen. Se oli mekaaninen kutomakone, jonka avulla kudottiin monimutkaisia kuviollisia silkkikankaita. Reikäkorttipakka ohjasi kuvion muodostumista. Jacquardin kutomakone mullisti kudonnan koko maailmassa. Kone edustaa sulautettujen järjestelmien esi-isää ja on yksi ensimmäisistä ohjelmoitavista koneista.</p> <p>ACM Computing Classification System (CCS): K.2 History of computing I.5 Pattern recognition</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords			
Jacquardin kutomakone, Joseph Marie Jacquard, tietojenkäsittelytieteen historia, reikäkortti			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information			

Sisällys

<i>1</i>	<i>Johdanto</i>	<i>1</i>
<i>2</i>	<i>Joseph Marie Jacquard</i>	<i>2</i>
<i>3</i>	<i>Kankaankudonta</i>	<i>3</i>
<i>4</i>	<i>Jacquardin kutomakoneen tekniikka</i>	<i>5</i>
<i>5</i>	<i>Jacquardin kutomakoneen vaikutus</i>	<i>9</i>
<i>6</i>	<i>Yhteenveto</i>	<i>11</i>
	<i>Lähteet</i>	<i>11</i>

1 Johdanto

1700-luvun Lyon oli kaupankäynnin keskus. Vaikkei Lyonissa voinut ilmaston vuoksi kasvattaa silkkiperhosen toukkia, siitä kehkeytyi kaupankäynnin keskuksena myös silkkikaupan pääkaupunki. Silkkikankaat ja erityisesti kuviolliset silkkikankaat olivat tuolloin ylellisyystuotteita, sillä kankaiden valmistus oli hidasta ja yhden kuviollisen kankaan kutominen vaati usean ihmisen työpanoksen. Kutomoissa työskenteli kutojia, vetopoikia ja kuvionlukijoita. Kutomoiden esimiehet valvoivat tehtaissa alamaisiaan [Anq95 s.79-122].

Ennen Jacquardin konetta 1700-luvulla käytettiin vetokutomakoneita (Draw-loom). Vetokutomakoneen toimintaa ohjattiin käsin. Jokaista konetta kohden tarvittiin vähintään kaksi työntekijää. Toinen kutoi kangasta ja toinen veti nyöreistä. Nyörit olivat kiinni naruissa, jotka kontrolloivat lankoja, joita käytettiin kuvion muodostamisessa hyväksi. Hitauden lisäksi työ oli virhealtista. Useita kokeiluja tehtiin kuviollisen silkin tekoprosessin yksinkertaistamiseksi, tuotantokustannusten pienentämiseksi ja tuotantomäärän lisäämiseksi. Vasta Jacquardin kutomakone muutti tekstiiliteollisuuden rakenteen 1800-luvun alussa [Anq95 s. 79-122].

Jacquardin kutomakone perustui useisiin 1700-luvun keksintöihin. Mekaaninen kutomakone oli keksitty kyseisellä vuosisadalla ja Jacquard sovelsi reikäkorttien periaatetta kutomakoneen ohjaamiseksi [Anq95 s. 79-122]. Jacques de Vaucanson esitteli jo 1700-luvun puolessa välissä mallin reikäkorteilla toimivasta kutomakoneesta, mutta kutojat vastustivat hänen keksintöään, eikä Vaucanson saanut tunnustusta työstään. Vaucanson lahjoitti kutomakoneensa Pariisin taiteen ja tieteen museoon (Conseatoire des arts et métiers), jossa Jacquard kehitti aikanaan konetta edelleen [Bra06].

Seuraavat luvut käsittelevät Jacquardin kutomakoneen keksijän historiaa, kutomakoneen toimintaa, Jacquardin kutomakoneen tekniikkaa ja kutomakoneen vaikutusta niin aikakauden tekstiiliteollisuuteen kuin tietokoneiden kehitykseenkin.

2 Joseph Marie Jacquard

Joseph Marie Jacquard (Kuva 1) syntyi Ranskan Lyonissa 7.7.1752. Jacquardin isä oli kutojamestari ja omisti kutomon. Hänen äitinsä oli kuviokortin lukija. Tuona aikakautena vetokutomakoneiden nyörien vetämistä pidettiin lapsille sopivana tehtävänä ja Joseph viettikin lapsuutensa nyörien vetäjänä. Hän inhosi raskasta työtään ja näki naisten sekä lasten kuluttavansa koko elämänsä inhoamansa työn parissa. Nämä vaikuttivat osaltaan Jacquardiin ja hänen haluunsa korvata vetopoika mekaanisella järjestelmällä [Anq95 s. 79-122]. Jacquard toivoi muuta elämältään, joten hän karkasi kotoaan kymmenvuotiaana ja opiskeli kirjansitomista [Wil79 s. 62-63]. Jacquardin vanhemmat kuolivat hänen ollessaan 20 vuoden ikäinen ja Jacquard palasi kotiin perittyään kutomatehtaan. Hän omistautui kuitenkin kutomon pyörittämisen sijaan kehittämään kuvioitujen kankaiden kudontatekniikkaa ja hän joutui taloudellisiin vaikeuksiin [Bra06].



Kuva 1. Joseph Marie Jacquard [Bra06].

Joseph Marie Jacquard liittyi vuonna 1793 Ranskan vallankumouksen aikaan monarkistien rykmenttiin ja joutui pakenemaan Lyonista. Jacquardin poika palveli myös monarkistien puolella ja kuoli taistelussa [Anq95 s. 79-122, Wil79 s. 62-63]. Jacquard palasi pari vuotta myöhemmin Lyoniin ja omistautui jälleen kudonnan kehittämiseksi. Hän tekikin useita parannuksia, joilla ansaitsi tunnustusta ja palkintoja. Napoleon kutsui Jacquardin Pariisiin Taiteen ja tekniikan museoon kehittämään mekaanisia keksintöjä [Bra06].

Jacquard kokosi osina säilytetyn Vaucansonin kutomakoneen. Vuoden aikana Jacquard lisäsi kutomakoneeseen sen hetken parhaat osat kuviollisten kankaiden tuotantoprosessista ja kehitti konetta eteenpäin. Olennaisin muutos oli jatkuvan reikäkorttipakan käyttö kuvion ohjaamisessa. Näin vuosina 1804-1805 kehitettyä kutomakonetta kutsutaan Jacquardin kutomakoneeksi (Kuva 2).



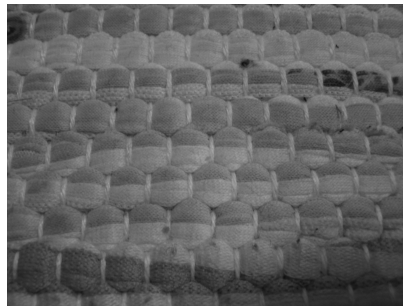
Kuva 2. Jacquardin kutomakone [Bra06].

Napoleon oli tyytyväinen Jacquardin keksintöön ja halusi tukea tekstiiliteollisuuden kehitystä. Hän myönsi Jacquardille elinikäisen eläkkeen ja kannusti Jacquardia lisäämään kutomakoneidensa määrää myöntämällä 50 frangia kustakin valmiista kutomakoneesta. Vuonna 1806 Jacquardin kutomakone määrättiin yhteiseksi omaisuudeksi ja vuonna 1810 Jacquard sai keksinnöstään Ranskan kunnialegioonan ritarimerkin (the Cross of the Legion of Honour) [Bra06]. Joseph Marie Jacquard kuoli 7.4.1834. Kuusi vuotta Jacquardin kuoleman jälkeen Lyoniin pystytettiin patsas hänen kunniakseen [Anq95 s. 79-122, Wil79 s. 62-63].

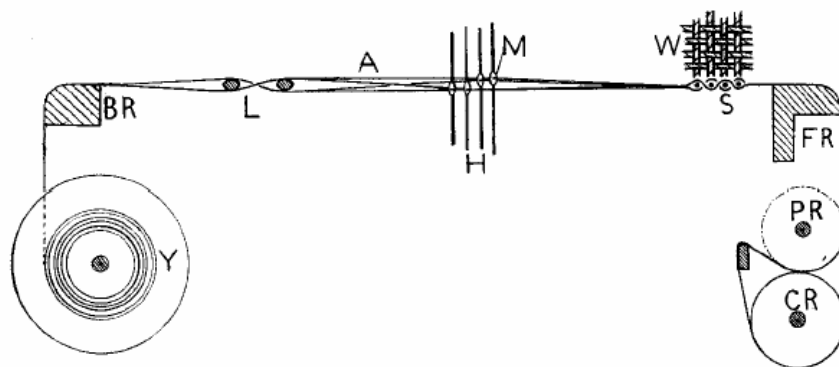
3 Kankaankudonta

Seuraavassa luvuissa esitellään kankaankudonnan termistöä ja tapahtumaketjua. Tämä on tarpeen, jotta ymmärtää Jacquardin kutomakoneen toiminnan.

Kangas koostuu pituussuuntaisista ja leveysuuntaisista langoista. Pituussuuntaisia lankoja kutsutaan loimeksi ja leveysuuntaisia kuteiksi (Kuva 3). Kaikki kutomakoneet (Kuva 4) sisältävät loimivaraston (Warp Supply), kankaan talteenottojärjestelmän (Fabric Take-up) ja varsinaisen kutomaosan (Weaving stage). Kutomaosaa käyttäen kutoja syöttää kuteen loimien väliin ja lyö kuteen osaksi kangasta [Fle02].

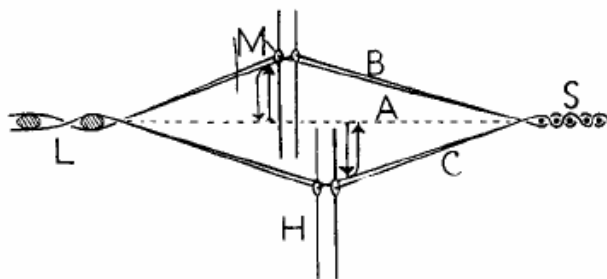


Kuva 3. Maton ohuet pituussuuntaiset langat ovat loimilankoja ja leveysuuntaiset kuteita.



Kuva 4. Kaaviokuva kutomakoneesta: loimivarasto Y, järjestelmä kankaan talteenottoon PR ja CR, sekä varsinainen kutomaosa L-S [Fle02].

Kutomaosa sisältää myös järjestelmän viriön eli loimien välisen kanavan (Kuva 5) muodostamiseksi. Viriön muodostuminen jakaa loimilangat kahteen osaan. Toinen osa loimilangoista kohotetaan ylös (M) ja toinen osa vedetään alas (H). Osa langoista voidaan myös vain nostaa. Kun loimien väliin syntyy viriö (A), kude syötetään siihen. Jotta kuteet limittyvät kankaaksi, kukin kude on lyötävä kiinni kankaaseen [Fle02, Pur04]. Se, miten viriö muodostuu, vaikuttaa kankaan sidokseen. Sidos tarkoittaa lankojen sitoutumista ja se vaikuttaa kankaan ulkomuotoon [HPa77 s.32-33].



Kuva 5. Viriö [Fle02].

Yksiväristen kankaiden kudonnassa viriö muodostuu siten, että esimerkiksi joka toinen loimilanka nostetaan ylös ja joka toista painetaan alas. Tämä saadaan aikaan kääntämällä kehystä (Heddle Frames), jolloin loimilangat liikkuvat ryhmänä. Kun kudotaan kuviollisia kankaita, on kyettävä hyppäämään yksittäisten loimien yli. Tällöin loimia ei voi nostaa ryhmänä kehysten avulla, vaan loimia on kyettävä nostamaan monimutkaisina yhdistelminä [Bra06].

Ennen Jacquardin kutomakonetta yksinkertaiset kuviolliset silkkikankaat kudottiin siten, että viriö muodostettiin nyörien avulla. Tällöin yksittäisiä loimia voitiin nostaa, mikä mahdollisti kuvion muodostumisen. Kutojan apuna oli henkilö, usein lapsi tai nainen, joka veti nyöreistä kutojan ohjeiden mukaisesti. Viriönmuodostusprosessi erottaa Jacquardin kutomakoneen aikaisemmista kutomakoneista [Fle02].

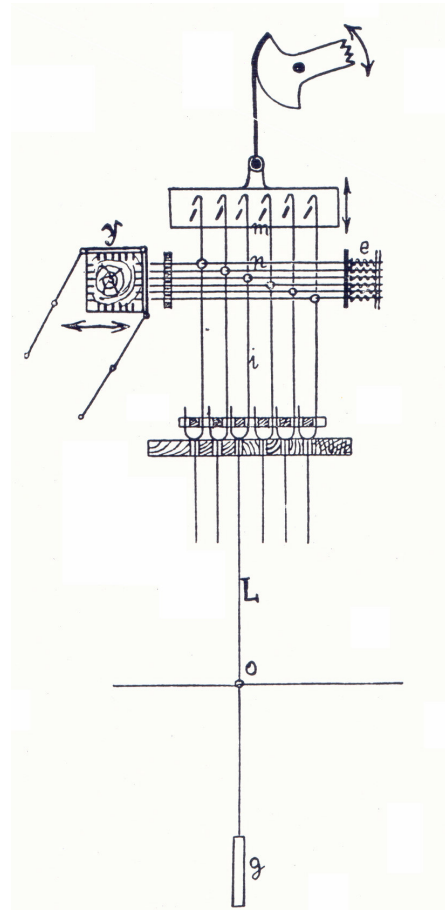
4 Jacquardin kutomakoneen tekniikka

Jacquardin kutomakonetta voisi pikemminkin kutsua kutomakoneen Jacquardin lisäosaksi, sillä Jacquard suunnitteli ja toteutti kutomakoneeseen lisäjärjestelmän, jolla viriö voitiin muodostaa mekaanisesti [Fle02]. Lisäosa asetettiin kutomakoneen yläpuolelle tukevien erillisten puiden varaan, jottei kutomakoneen tärinä häirinnyt reikäkorttien lukemista. Viriön muodostuminen mekaanisesti mahdollisti hyvin vaihtelevan sidoksen, rakenteeltaan aivan mielivaltaisia sidoskuvioita ja siis monimutkaisten kuviollisten silkkikankaiden kutomisen [Joh15 s. 138-156].

Jacquardin lisäosa (Kuva 6) koostuu reikäkorteista ja reikäkortinlukijasta (Y), veitsikehyksestä ja veitsistä (m), koukuista (i) sekä niisinauhoista (L). Nämä toimivat yhdessä siten, että osa niisinauhoista nostaa niitä vastaavia loimilankoja, jolloin viriö muodostuu. Niisinauhassa on loimen kohdalla niisisilmä (o) ja loimen alapuolella paino

(g), joka tasapainottaa niisinauhan pystysuuntaista liikettä. Loimilangat kulkevat niisisilmien läpi ja kun tietyt niidet kohoavat, myös niitä vastaavat loimilangat nousevat [Fle02, Joh15 s. 138-156].

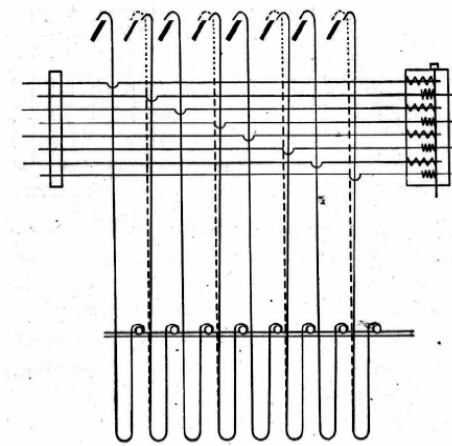
Niisinauhat on sidottu kaksipuolisten koukkujen alakoukkuihin. Koukkujen toisella puolella sijaitsevat suorakaiteen muotoinen veitsikehys ja veitset. Kun veitsikehys nousee, kohoavat myös veitset. Kohoavien veitsien mukana nousevat myös kaikki ne koudut, joiden väkänä on tarttunut veitsiin kiinni, ja koukuissa kiinni olevat niidet. Jotta koudut tarttuvat veitsiin kiinni siten, että veitsikehys voi nostaa valitut koudut ylöspäin, vaakasuuntainen liike ohjaa koukkuja. Liike saadaan aikaan vaakasuorien neulojen (n), jousen (e) ja reikäkortin avulla [Joh15 s. 138-156]. Koukkujen perusasento on hieman veitsien yläpuolella [Fle02].



Kuva 6. Kutomakoneen Jacquardin lisäosa [Joh15 s. 155].

Vaakasuorat neulat ovat kiinni koukkujen varressa. Vaakasuorien neulojen toisessa päässä on jousi, joka painaa koukkujen väkäsät veitsien päälle. Neulojen toisessa päässä on puinen särmiö, jonka pinnassa on neuloja vastaavat reiät. Reikäkortit asettuvat

särmiön pinnalle. Särmiö reikäkortteineen tekee vaakasuuntaista edestakaista liikettä neuloja vastaan. Kun reikäkortissa on neulaa vastaava reikä, reikäkortti ei saa neulassa aikaan liikettä. Kun reikäkortissa on neulaa vastaava lävistämätön kohta, se painaa neulaa vaakasuunnassa. Tällöin neula siirtää pystysuuntaisen koukun irti veitsestä, jolloin veitsikehys jättää nostamatta koukun ja sen hallitsema loimilanka jää nousematta [Fle02, Joh15 s. 138-156]. Kuva 7 esittelee tilanteen, jossa joka toinen koukku on siirtynyt veitsen päältä reikäkortin vaikutuksesta.



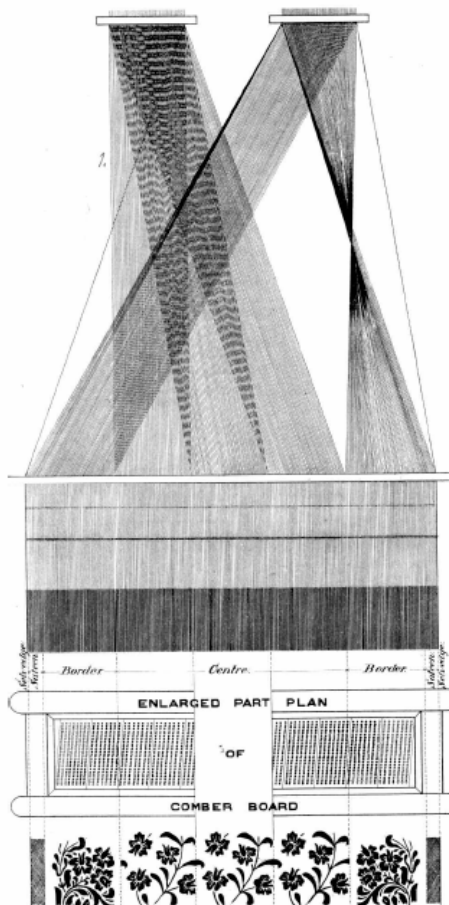
Kuva 7. Jacquardin kutomakoneen koukut siirtyneenä reikäkortin lävistämättömien kohtien vaikutuksesta [Fle02].

Kutomakoneessa reikäkortit ovat kuvion mukaisesti lävistettyjä pahvilappuja. Jokaista kudetta vastaa yksi reikäkortti [Joh15 s. 138-156.]. Reikäkortin on oltava kestävä pahvia, jotta se kestä neulojen sysäyksistä aiheutuvan rasituksen ja kulumisen [Sim25, s. 128-171]. Reikäkorttien molemmissa päissä on reiät, joista kortit sidotaan keskenään jatkuvaksi, katkeamattomaksi ketjuksi, reikäkorttipakaksi (Kuva 8). Kun kutoja kääntää reikäkorttisärmiötä neljännespyörähdyksen, käsitelty reikäkortti poistuu neuloilta ja uusi kortti siirtyy käsiteltäväksi. Reikäkorttisärmiö saa liikkeen kammen, tangon tai ketjun välityksellä kutomakoneen akselista [Joh15 s. 138-156.].



Kuva 8. Reikäkorttipakka [Jon06].

Kun kuviollisen kankaan malli on symmetrinen tai kuvio toistuu kankaan leveydellä, yhteen koukkuun sidotaan useampi niisinauha, jolloin useampi loimilanka kohoaa yhdellä kertaa [Fle02]. Kuva 9 esittelee kuviollisen kankaan kudonnan, jossa niisinauhat nostavat toistuvasti usean loimilangan. Kankaan päädyissä olevat kuviot ovat symmetriset ja keskimäinen kuvio toistuu kolmesti.



Kuva 9. Symmetrisen ja toistuvan kuvion niisinauhat [Fle02].

5 Jacquardin kutomakoneen vaikutus

Kutomakone mullisti kudonnan ensiksi Ranskassa ja vaikutti sitten koko maailman tekstiilituotantoon. Kuvioitua silkkiä voitiin tuottaa pienemmällä työvoimalla ja tuotantokustannuksilla. Kun aiemmin kuviollisten kankaiden kutomiseen tarvittiin vähintään kutoja ja vetopoika, Jacquardin kutomakonetta käytti vain yksi henkilö. Kutominen nopeutui, kankaiden hinta laski eikä inhimillisiä virheitä enää syntynyt kuvion kutomisessa [Fle02, Anq95 s. 79-122]. Yksilölliset kuviot korvautuivat teknisesti täydellisillä massatuotetuilla kuvioilla, sillä väsyneitä vetopoikia ei tarvinnut käyttää kuvion tuottamiseksi ja reikäkorttiin tallennetut mallit voitiin käyttää uudelleen. Lisäksi kuvion jäljentäminen oli niin tarkkaa, että maalauksia kopioitiin kankaalle. Esimerkiksi muotokuva Joseph Marie Jacquardista (Kuva 1) on kudottu silkkikankaalle [Bra06].

Kutojat olivat tyytymättömiä automatisoituun kutomakoneeseen ja se sai aikaan vastustusta, sillä työläiset pelkäsivät menettävänsä työpaikkansa. Kutojat väittivät koneiden tuhoavan Lyonin silkkiteollisuuden ja pelkäsivät kaupungin naisten ja lasten jäävän ilman työtä. Kutojien ammattikunnan puheenjohtaja käski Jacquardin kutomakoneen mallikappaleen tuhottavaksi, ja kutojat hajottivat ja polttivat sen vuonna 1806. Myös Jacquard itse joutui fyysisen väkivallan kohteeksi ja häntä vastaan nostettiin syytteitä [Anq95 s. 79-122, Bra06].

Kutomoiden työntekijät pyrkivät saattamaan Jacquardin koneet huonoon valoon sabotoimalla niitä. Koneet rikkoutuivat yllättäen ja korjaantuivat yhtä yllättäen, kun Jacquard kutsuttiin tarkistamaan tilannetta. Kutomoiden esimiehet kantoivat eniten kaunaa Jacquardin kutomakonetta kohtaan ja esimerkiksi myivät koneiden osia. Noin vuonna 1830 Lyonin tekstiilituottajat etsivät mukautuvampia työntekijöitä Loire-joen pohjoispuolelta, mutta suunnitelma vesittyi, sillä työnväenhakuprosessi aiheutti silkkityöläisten kansannousun marraskuussa vuonna 1831 [Anq95 s. 79-122].

Vastustuksesta huolimatta vuonna 1812 Jacquardin kutomakoneita oli yli 18 000. [Bra06]. Lisäksi vuonna 1818 keksitty kortinlukija, jolla voitiin tehdä reiät koko korttiin samanaikaisesti, siivitti kutomakoneiden suosiota edelleen [Anq95 s. 79-122]. Vaikka kutomakone suunniteltiin silkkiteollisuutta varten, se on levinnyt koko

tekstiiliteollisuuteen. Nykyisin Jacquardin kutomakoneet ovat joko mekaanisia tai elektronisia. Elektroniset Jacquardin koneet lukevat mallin tietokoneelta [Wil06]. Kuva 10 esittelee vuoden 2002 Laosin valtionpuuvillatehtaan sähkökäyttöisen kutomakoneen.

Historian kannalta tietokone on laskentakone. Vaikkei Jacquardin kutomakone kykene laskutoimituksiin, sitä voidaan pitää yhtenä ensimmäisistä ohjelmoitavista koneista [APR06]. Laskentakone rakentuu laskennan ohjaamisesta, laskennan kontrolloinnista ja syöteaineistosta. Laskennan kontrolli tarkoittaa suorittimen sisäistä rakennetta, jonka mukaan laite toteuttaa annetut käskyt. Joseph Marie Jacquard oli kontrollin toteuttamisen merkittävä edelläkävijä ja Jacquardin kutomakonetta voidaan pitää kaikkien nykyisten sulautettujen järjestelmien esi-isänä [Orp03]. Nykyään sulautettu järjestelmä on laite, jossa tietokone on kiinteä osa elektronikkajärjestelmää [Kos03].



Kuva 10. Sähkökäyttöinen kutomakone [Vuo02]

Vaikka automaattista toiminnanohjausta käytettiin muissakin aikakauden laitteissa, Jacquardin kutomakoneen ohjauslogiikka on historiallisesti merkittävin. Automaattista toimintojen ohjausta käytettiin esimerkiksi myös soittorasioissa ja automaattipianossa, mutta juuri Jacquardin kutomakoneen ohjauslogiikkaa sovellettiin myöhemmin

laskimien ja tietokoneiden ohjaamiseen [Orp03]. Myöhemmin Charles Babbage ja Herman Hollerith käyttivät keksinnöissään reikäkortteja. Charles Babbage suunnitteli reikäkortteja käyttävän laskulaitteen (Analytic Engine) 1830-1840 -luvuilla, vaikkei varsinaista laskulaitetta koskaan tehtykään. Sen sijaan Hollerith käytti reikäkortteja väestönlaskennassa 1890-luvulla [Cru03].

Jacquardin kutomakoneen yhteydessä voidaan myös puhua varhaisesta ohjelmistopiratismista, sillä monimutkaisten kuviomallien reikäkortit olivat erittäin kalliita ja kilpailevat kutomatehtaat turvautuivat joskus teollisuusvakoiluun ja varastivat reikäkorttipakkoja [Cru03].

6 Yhteenveto

Ranskalainen keksijä ja kutoja Joseph Marie Jacquard inhosi lapsuudessaan vetokutomakoneen vetopojan tehtävää ja omisti elämänsä kuviollisten kankaiden kudontaprosessin kehittämiseksi. Hän teki useita parannuksia prosessiin, kehitti edeltäjiensä kutomakonetta eteenpäin ja toteutti Jacquardin kutomakoneen, joka mullisti koko maailman tekstiiliteollisuuden ja sai aikaan jopa mellakoita. Vastustuksesta huolimatta Jacquardin kutomakone valtasi markkinat ja Jacquard palkittiin elinikäisellä eläkkeellä ja sai keksinnöstään Ranskan kunnialegioonan ritarimerkin.

Tietojenkäsittelytieteen historian kannalta Jacquardin kutomakone edustaa prosessin ohjausta. Reikäkorttipakka ohjaa Jacquardin kutomakoneen toimintaa ja määrittää minkälainen kuvio kankaaseen kudotaan. Jacquardin kutomakonetta voidaan pitää sulautettujen järjestelmien esi-isänä ja arvokkaiden reikäkorttien teollisuusvakoilua varhaisena ohjelmistopiratismina.

Lähteet

Anq95 Anquetil, J., *Silk*. Flammarion, 1995.

APR06 Ala-Mutka, K., Palviainen, J., Rintala, M. ja Savikko, V., *Tietotekniikan peruskurssi – Tietokoneiden historiaa*.
http://www.cs.tut.fi/etaopetus/titepk/luke14/tietokone_hist.html,
(26.2.2006).

- Bra06 Brandlmeier, T., *The pattern loom by Joseph-Marie Jacquard*. Deutsches Museum –kotivut,
http://www.deutsches-museum.de/ausstell/meister/e_web.htm,
 26.2.2006.
- Cru03 Cruz, F., *The Jacquard Loom*. 2003,
<http://www.columbia.edu/acis/history/jacquard.html>, 31.1.2006.
- Fle02 Fletcher, G., *Some Introductory Notes Concerning Jacquard Technology*.
 Complex Weavers Study Group, 2002,
http://www.cs.arizona.edu/patterns/weaving/webdocs/fg_jacq.pdf,
 26.2.2006.
- HPa77 Hauhia, A. ja Paavola, M., *Kankaita kutomaan*. Amer-yhtymä Oy Welin+Qöös in kirjapaino, 1977.
- Joh15 Johanssen, O., (mukaillen suomentanut Simola, E.), *Kehruu- ja kutomateollisuus sekä sen raaka-aineet*. Werner Soderström Oy, 1915.
- Jon06 Jones, D., *Punched Cards – A brief illustrated technical history*.
<http://www.cs.uiowa.edu/~jones/cards/history.html>, 26.2.2006.
- Kos03 Kosunen, P., *Sulautettujen järjestelmien varhainen kehitys*. 14.4.2003
http://www.cs.helsinki.fi/u/kerola/tkhist/k2003/alustukset/Sulautetut/sulatettu_seminaari.pdf,
 2.5.2006
- Orp03 Orponen, P., *Tietotekniikkaa ennen*. Tietoa – tietotekniikan liiton lehti yhteisöjäsenille, 4/2003,
http://www.tt-tori.fi/pls/ttl/docs/F1128685723/Tietoa_403.pdf,
 31.1.2006.
- Pur04 Puranen, K., *Kudotaan pöytä kangaspuilla!*
<http://www.tkukoulu.fi/~kaipur/kudonta/toiminta.html>, 3.3.2006.
- Sim25 Simola, E., *Tekstiiliteknologia: kutomakoneet*. Otava, 1925.
- Vuo02 Vuori, T., *Matkakuvia Indokiinasta 2002*.
<http://vuoret.net/teppo/matkat/indok/indok048.htm>, 31.1.2006.
- Wil06 WilMat-yrityksen kotisivut
<http://personal.inet.fi/koti/wilmat/jacquard.htm>, 26.2.2006.
- Wil79 Wilson, K., *A History of Textiles*. Westview Press, Inc., 1979.