3D Jauhetulostin micropiezo-tekniikalla

Yleistä

Ideana toteuttaa tee-se-itse -menetelmillä kaupallisten mustesuihku-jauhetulostinten tapainen laite. Lähtökohdaksi otetaan Epsonin mustesuihkutulostin, koska Epsoneissa on (patentoidut) micropiezo-tulostuspäät. Micropiezo-tulostuspäiden läpi saa käytännössä mitä tahansa riittävän juoksevaa nestettä riippumatta nesteen kiehumispisteestä, toisin kuin kuplamustesuihkutulostimissa, joissa toimintaperiaate perustuu värinesteen kuumentamiseen höyryksi.

Tuloste itsessään on rasterikuva, taso kerrallaan. Sikäli yksinkertaisempi kuin nauhaa tulostavissa (tai uraa jyrsivissä) laitteissa, ettei suunnitellessa ja tulostaessa tarvitse ottaa huomioon työstö-uraa vektorina. Tulostus hoituu siis käytännössä kuin pinoon papereita, ja printterin omia ajureita voi käyttää tulostukseen. Muut vaiheet voi toteuttaa "virtuaalisten paperiarkkien" tulostamisen välissä.

Lopputuloksena saadaan teoriassa erittäin tarkka tulostin ja testialusta erilaisten sideaineiden ja kovetteiden testaamiseen. Tulostuslaatu on X/Y -akselilla samaa tarkkuusluokkaa (600-2400dpi) kuin paperillekin tulostettaessa, jauheen raekoko lienee suurempi rajoitus. Pystyakselilla askellusväli määrää tulostustahdin ja tarkkuuden. X/Y -akseleilla tulostettavan kappaleen monimutkaisuus ja koko ei vaikuta tulostusaikaan.

Tulostuspäitä (ja niiden nestesäiliöitä) löytyy yleensä neljä kappaletta, joskus enemmän, esimeriksi kuusi kappaletta, joita voidaan soveltaa värien sijaan (tai niiden ohella) erilaisten kovetteiden käyttöön. Kovetteen roolissa voi toimia myös liuotin, jos sideaineen seassa esimerkiksi on liuotettavia mikrorakeita liimaa.

Takuuvarma kovete on ihan yksinkertaisesti vesi ja sideaineina käy mm. sokeri, suola, kipsi, laasti jne. Ne siis kastellaan ja kun ne kuivuu (kerros kerrallaan; voinee nopeuttaa vaikka lämpölampulla), ne kovettuu ja muodostaa osan tulostettavaa kappaletta. Lopuksi tuloste ongitaan käyttämättömän sideaineen seasta ja puhalletaan/harjataan ylimääräiset käyttämättömät aineet pois, jotka kierrätetään toisiin tulosteisiin.

Materiaalikokeilla voidaan saada aikaiseksi kaikenlaista ennennäkemätöntä tai toistaa asioita, jotka tällä hetkellä ovat saatavilla vain kaupallisissa tuotteissa. Joitain esimerkkejä: valumuotit erilaisille materiaaleille, sähköä johtavat (ja puolijohteiset) tulosteet, syötävät tulosteet, esim sokerikoristeet kakkuihin jne.

Projektin vaiheet

Perustutkimusta on tehty muutaman viime vuoden aikana. Tekniikka itsessään vaikuttaa melko selvältä eikä mekaaniseen rakenteeseen tarvita juuri sen enempää tekniikkaa kuin muissakaan tietokoneohjatuissa työstökoneissa. Konkreettisesti onnistuneita avoimia projekteja ei juuri löydy. Syitä näyttää olevan kahdenlaisia: joko tekijät ovat lähteneet liian matalalta tasolta liikkeelle (kuten tulostuspään tekeminen itse, päätyen umpikujaan), tai ovat onnistuneet ja projekti muuttunut kaupalliseksi.

Projektin ensimmäinen vaihe olisi purkaa Epsonin tulostin (ainakin Jammilta löytyy yksi raaka-aineiksi). Tutkitaan miten siitä saa X-akselin (kirjoituspäätä sivusuunnassa liikutteleva osa) tukirakenteet irti ja miten elektroniikan saa istumaan mahdollisimman kompaktisti sen yhteyteen. Tarkoituksena on siis ripustaa printterin olemassaolevat osat Y-akselin telille yhteen pakettiin; koko printteriä (poislukien "turhat" osat) liikutellaan siis tulostusalueen yli.

Toinen vaihe on toteuttaa toimiva mekanismi Y-akselin varassa liikutteluun, lopputulos voisi olla samankaltainen laite kuin tässä: http://www.youtube.com/watch?v=CnCJV05b57M

Kolmas vaihe on rakentaa Z-akselin teli, jauhesäiliö, jauheannostelija ja jauheen tasoitin. Siihen kuuluu siis teli, jolla lasketaan tulosteen alla olevaa tasoa, nostettava jauhelaari sideainetta varten ja lasta/aura tasoittamaan uutta jauhekerrosta tulostetun ja pykälän verran lasketun tulostusalueen päälle.

Luettelo tarvittavasta osista (pääpiirteittäin):

- **Runko:**
  - Rungoksi soveltunee esimeriksi pieni pöytä tai lipasto, tai mikä tahansa fyysiset mitat täyttävä riittävän tukeva laatikkomainen rakennelma. Korkeutta vaaditaan sen verran, ettei se rajoita pystymekanismin liikuttelua. Leveyttä ja syvyyttä tarvitaan aavistuksen verran enemmän kuin tulostustaso, jauhesäiliö ja rikkasäiliö tarvitsee.
  - Kiskomekanismi Y-akselille, esim. huonekalujen laakeroidut hyllykiskot soveltunee hyvin.

- **X-akseli (leveys; tulostuspää):**
  - Tulostin micropiezo-tulostuspäillä sellaisenaan; paperinkäsittelyyn liittyvät ja muuten turhat osat poistetaan.
  - Mahdollisimman monta tulostuspäätä erilaisten nesteiden kokeiluun.
  - Paras vaihtoehto olisi A3-kokoinen Epson, niissä on tyypillisesti 6 tulostuspäätä (musta, cyan, magenta, keltainen, vaalea cyan, vaalea magenta) ja huomattavasti leveämpi tulostusalue ja mekaanisesti lujempi laatu kuin A4-kokoisissa.
  - Tulostin määrää tiukan rajan tulosteen koolle X-suunnassa.
  - Mahdollisimman hyvin tuettu avoimella ohjelmistolla (rajaa valinnat suosittuihin ja vanhempiin tulostimiin).

- **Z-akseli (syvyys):**
  - Koostuu kolmesta (Y-akselin suuntaisesti) peräkkäisestä laatikosta: (jauhesäiliö, tulostustaso ja rikkasäiliö).
  - Jauhesäiliö sisältää annosteltavan kuivajauheen, sitä nostetaan joka syklin alussa pykälän verran, sen yläosassa on tiheä verkko (esim hyönteisverkko) jonka läpi jauhepatsas nostetaan.
  - Tulostustaso on seinämillä varustettu laatikko, jonka pohjaa lasketaan pykälän verran joka syklin lopuksi. Pohjan alin syvyys määrää tulostuskappaleen enimmäiskoon Z-akselin suuntaisesti.
  - Rikkasäiliö on suunniteltava niin, että jauhe mikä tasoituksen jälkeen jää yli, otetaan talteen. Se on täysin passiivinen osa.

- **Y-akseli (pituus):**
  - Täytyy kyetä liikuttamaan koko tulostusrunkoa tarkoin ja tasaisin välein (vrt paperitela)
  - Täytyy kyetä palauttamaan koko tulostusrunko alkupisteeseen (toisin kuin paperitela)
  - Samassa mekanismissa voi olla "aura" tasoittamaan tuoretta jauhekerrosta tulostusalueelle, kun tulostuskerros on tehty ja tulostin palaa nolla-asentoon. On myös mahdollista toteuttaa erillisenä komponenttina, jos se on helpompaa.
  - Akselin pituudella ei ole selvää ylärajaa, eli periaatteessa voi olla metrienkin pituinen, käytännössä sopiva lienee tulostimen käyttämän paperiarkin pisimmän reunan pituus.(A4/A3)

Linkkejä:

- Tämä y-akseliton ääriyksinkertaistettu esimerkki havainnollistaa hyvin toimintaperiaatteen: http://www.youtube.com/watch?v=2nbtZOolSIY

- ZCorp:in vanhemman mallinen kaupallinen tulostin, joka toiminee esikuvana hyvin:
    - http://www.youtube.com/watch?v=07QxFQ3uUFw
    - http://www.youtube.com/watch?v=R-JOJ91p9Wc
    - Saman firman uudempien mallien tulosteita:
        - http://www.youtube.com/watch?v=7QP73uTJApw
        - http://www.youtube.com/watch?v=jQ-aWFYT_SU
- Blogahdus RepRapin blogissa aiheesta, menty umpikujaan yrittämällä korvata tulostuselektroniikkaa, joka ei tässä projektissa tulisi kyseeseen (ainakaan aluksi):
    - http://blog.reprap.org/2010/06/inkjet-reprap.html
- Open3DP; Avoin projekti, mutta avainhenkilöt ovat ilmeisesti kadonneet perustamaan omia yrityksiään kun ovat saaneet toimivia laitteita aikaiseksi.
    - Tulostusainereseptejä http://open3dp.me.washington.edu/category/formulas/
- Eden:in kaupallinen tulostin, jossa valolla kovetettavaa hartsia, ja vesiliukoista tukiainetta ilman jauhetta, periaate samankaltainen: http://www.youtube.com/watch?v=plz-68RSSww
- Memjetin leveä tulostuspää, lienee kuitenkin harrastelijoiden uloittumattomissa toistaiseksi:
    - http://www.memjet.com/
- CNC-jyrsimellä tehtyjen valumuottien käytöstä, materiaalien ja valujen suhteen sovellettavissa tähänkin (kappale 7 ja siitä eteenpäin): http://lcamtuf.coredump.cx/guerrilla_cnc1.shtml
- https://code.google.com/p/lemoncurry/wiki/main DLP 3D tulostin