

Opslagmedia voor toekomstige mobiele TOEPASSINGEN

Ir. Mihai Patrascu – (M.Patrascu@el.utwente.nl) – Control Engineering (CE), één van de drie promovendi binnen het μ SPAM project; <<<http://www.ce.utwente.nl>>>

Prof.Dr.Ir. Stefano Stramigioli – (S.Stramigioli@utwente.nl) – Control Engineering (CE), Hoogleraar Advanced Robotics en projectlid; <<<http://www.ce.utwente.nl>>>

Dr.Ir. Leon Abelmann – (L.Abelmann@ewi.utwente.nl) – Systems and Materials for Information Storage (SMI), Universitair hoofddocent en projectleider binnen μ SPAM; <<http://www.el.utwente.nl/smi/>>>

Dr.Ir. Gijs Krijnen – (G.J.M.Krijnen@el.utwente.nl) – Transducers Science and Technology (TST), Universitair hoofddocent en expert o.a. op het gebied van micro-actuatoren. <<<http://tst.ewi.utwente.nl>>>

Inleiding - De uitdaging

De tijd van diskettes voor algemeen computergebruik ligt alweer achter ons. Dit komt voornamelijk door de opkomst van flash geheugen (Engels: flash-RAM), zoals bijvoorbeeld in een USB pen. Toch heeft de diskette – weliswaar in allerlei dimensies – het relatief lang uitgehouden, mede door de populariteit en het gebrek aan een vervangende en betere technologie toentertijd.

Hetzelfde probleem speelt in de verwante wereld van de harde schijven, die al zo'n 50 jaar bestaat in commerciële zin. In deze tijd heeft deze technologie zo'n ingrijpende rol gespeeld in ons leven, dat het moeilijk zou zijn om ons voor te stellen hoe de wereld eruit zou hebben gezien zonder de opkomst ervan. In deze 50 jaar zijn er een groot aantal verbeteringen geweest van de hard-disk, voornamelijk op het gebied van afmetingen, capaciteit en verbruik. Ook de kosten zijn astronomisch gedaald: wat we in 1987 voor 20 MB betaalden, betalen wij nu voor 500 GB, dat is 25.000 keer meer ruimte voor hetzelfde geld!

Het basisprincipe is echter hetzelfde gebleven: een of meer schijven met magnetisch opgeslagen data draaien rond, terwijl de lees-/schrijfkopjes heen en weer bewegen om de juiste plaats te vinden voor de betreffende data die vervolgens gelezen dan wel geschreven gaat worden.

De sterkte van de harddisk technologie is ook gelijk de zwakte ervan: hoe klein de schijven ook zijn, er zullen altijd ronddraaiende componenten zijn waardoor het zoeken van data op de schijf gemiddeld op zijn minst een halve omwenteling duurt. Dit is de zogenaamde toegangstijd (Engels: 'access time'). Des te sneller de harde schijf ronddraait, des te kleiner de toegangstijd is. De grens wordt mede bepaald door stroomverbruik, trillingen/ge-luid en het feit dat bij hoger toerental de lees- en schrijf-

koppen een te hoge stroom van data te verwerken krijgen.

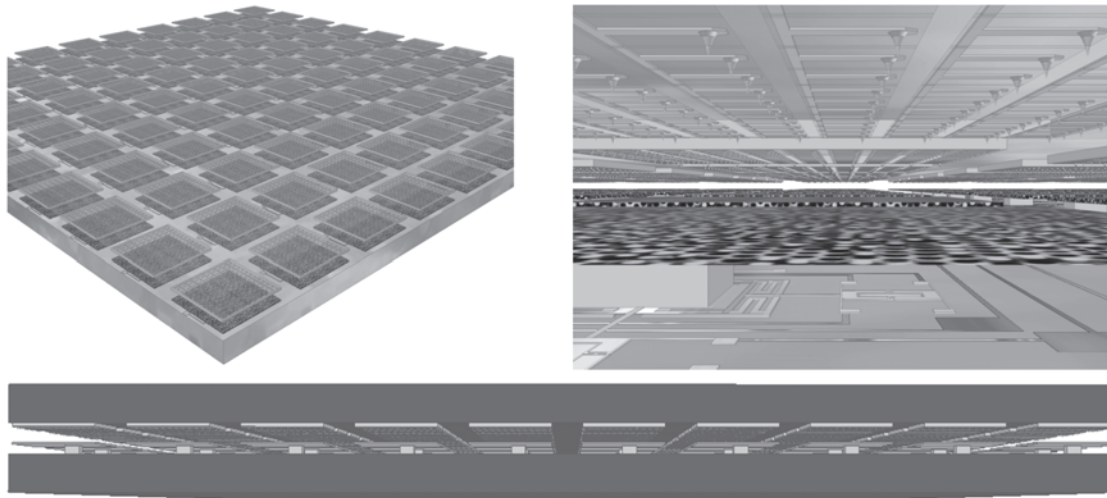
De gedachtegang zoals hierboven geschetst heeft ertoe geleid dat onderzoekers op zoek zijn naar alternatieven voor de harde schijf, die bovendien beter geschikt zijn voor mobiele applicaties en dus nog compacter en energie-efficiënter zijn. Hoewel flash-ram een zeer groot succes blijkt, is het de vraag of deze technologie in staat zal zijn om de harde schijf weg te concurreren. Er zijn namelijk een paar zaken die een rol spelen: de kosten per megabyte, verwachte schalingsproblemen, dataoverdracht snelheid en vooral de op dit moment beperkte herschrijfbaarheid.

Omdat in een flash-ram de dimensies van een bit door lithografie worden bepaald, is relatief dure apparatuur nodig. De prijs per bit is daarom hoger dan die van de harddisk, waarin de afmetingen van een bit louter door positionering worden bepaald. Alleen voor de schrijfkoppen is (dure) lithografie nodig, echter de kosten zijn beperkt aangezien er maar één kop aanwezig is voor elke zijde van de harddisk plaat.

Voor wat betreft levensduur van flash-ram, deze wordt geschat op enkele duizenden keren gebruik. Kijk dus niet verbaasd als uw usb stick na enkele jaren (intensief) gebruik opeens de geest geeft. Het is dan ook zaak om nooit een usb pen als enige backup te gebruiken (zie ook het eerste artikel in AI, jaargang 18, nummer 4). Eén van de meest gedurfde ideeën om een serieuze concurrent van de (mini) harde schijf te worden, is het zogenaamde Probe Storage concept.

Probe Storage

Het Probe Storage concept is bedacht door onderzoekers van computergigant IBM, hetzelfde bedrijf dat ook de harde schijf heeft uitgevonden. Het idee staat bekend onder de codenaam Millipede en het gaat erom bits op een veel kleinere schaal te manipuleren dan nu het geval is in de harde schijf. Door de



Figuur 1. Overzicht van het μ SPAM concept, dat bestaat uit clusters van data die in een matrixvorm zijn gerangschikt omwille van parallelisme.

bits kleiner te maken, kost het relatief gezien minder energie om van het ene naar het andere bit te gaan; tevens wordt het mediumoppervlak aanzienlijk verkleind, tot in de orde van enkele cm^2 . Op dit moment is de datadichtheid van de Millipede enkele malen groter dan in de harde schijfindustrie.

Een paar interessante verschillen met de hard-disk technologie zijn:

- er zijn geen ronddraaiende onderdelen;
- het aantal lees-/schrijfkoppen is niet beperkt tot één per elke zijde van de schijfoppervlakken, maar is veel groter (meer dan duizend);
- het medium is niet magnetisch maar een polymeer, waardoor er veel hogere datadichtheden gehaald worden;
- het concept kan in chipvorm worden gefabriceerd, nadat assemblage van de verschillende onderdelen mogelijk wordt; hierdoor zijn zeer compacte dimensies te behalen;
- er zullen fabricagemethodes worden gebruikt, die goedkoop zijn, vergeleken met wat nu nodig is voor de (mechanica van de) harde schijf;
- het energieverbruik is laag genoeg voor gebruik in mobiele applicaties.

Tot op heden heeft IBM al verschillende prototypes laten zien, waarvan de laatste met meerdere lees- en schrijfkoppen tegelijk in staat zijn om te schrijven en daarna te lezen. Meer informatie over het Millipede project kunt u vinden in [1]. Er zijn echter meer projecten in de wereld, die min of meer verwant zijn aan de Millipede. Eén ervan wordt uitgevoerd op de Universiteit Twente en heet μ SPAM (wordt gelezen als micro-spam).

Het μ SPAM project

μ SPAM staat voor Micro Scanning Probe Array Memory. We streven ernaar om een prototype van een Probe Storage device te maken, dat gebaseerd is op een 'patterned' medium. Bij een dergelijk medium worden de bits in een patroon aangelegd, in tegenstelling tot bijvoorbeeld de hard-disk, wat magnetiseerbare korrels bevat. Een 'patterned' medium kan in principe hogere data-dichtheden opleveren.

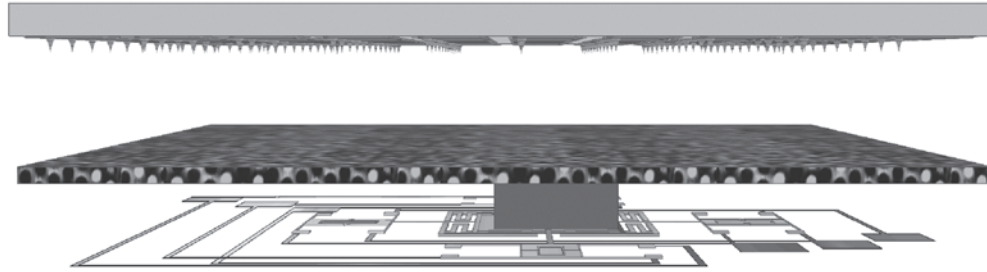
Figuur 1 laat een futuristische impressie van een prototype zien. In deze figuur zien we een honderdtal identieke clusters, die onafhankelijk van elkaar data kunnen bewegen. Met andere woorden, sommige clusters kunnen lezen terwijl andere op hetzelfde tijdstip schrijven, dan wel niets doen. Dit brengt grote voordelen met zich mee, vooral op het gebied van energiebesparing en parallelisme.

Dit parallelisme wordt nog meer benut op clusterniveau (Figuur 2), waarbij elke cluster ongeveer honderd lees- en schrijfkopjes (ofwel probes genaamd – vandaar de naam Probe Storage) bevat, die tegelijk bewegen. De probes beschikken elk over een oppervlak van 0.1 mm bij 0.1 mm op het magnetisch medium eronder, waarop de data is of wordt aangebracht. Weer onder het medium ligt een 2D micro motor. Hiermee is het mogelijk om het medium ten opzichte van de probes te bewegen, zodat de probes het benodigde bereik van 0.1 mm langs elke as kunnen behalen. Vergelijk het met een ouderwetse tekentafel waarbij de pen ten opzichte van de tafel bewoog, alleen nu hebben we in totaal 10.000 pennen bij elkaar.

De benodigde actuatoren moeten nauwkeurigheden in de orde van nanometers halen, willen ze geschikt zijn voor het bewerken van bits in de orde van tientallen nanometers groot. In het geval van μ SPAM zijn er twee actuatoren per as¹, dus voor een cluster zijn vier actuatoren nodig. Het hele prototype bestaat dus uit 400 actuatoren. De technologie om goedkoop (en in grote aantallen) zulke actuatoren te maken, bestaat al en heet MEMS (Micro Elektro-Mechanische Systemen), echter de integratie van deze actuatoren in het hele plaatje van μ SPAM vormt nog steeds een knelpunt [2],[3].

De data rate van het μ SPAM systeem zal uiteindelijk variabel zijn, met maxima vanaf 100 MBits en hoger. Voor multimedia toepassingen is deze overdrachtsnelheid voldoende. Verder zal de capaciteit van één geheugen hoger dan 2GB zijn, terwijl het vermogensverbruik onder alle omstandigheden minder dan 1W dient te zijn. In stand-by wordt een verbruik verwacht van niet meer dan 1 μ W (microwatt).

¹ strikt genomen is een actuator per as voldoende, echter de aanwezigheid van twee micromotortjes, zoals in ons project, verbetert de prestaties



Figuur 2. Vergroting van een cluster, waarbij we verschillende lagen zien vanaf beneden naar boven: actuatoren, het magnetisch medium en de honderd lees- en schrijfkoppen.

Conclusie

We hebben in dit artikel één van de potentiële toekomstige concurrenten van de harde schijf kort toegelicht. De grote voordelen van de Probe Storage aanpak zijn: laag verbruik, hogere data-dichtheden, kleinere afmetingen en het potentieel voor schalen naar nog kleinere dimensies in de toekomst. Ook de kleinere 'access' tijden kunnen een ingrijpende invloed hebben op toekomstige toepassingen en op de data overdrachtarchitectuur.

Het wachten is nu op doorontwikkeling. Een heel belangrijk aspect is standaardisering van de verschillende (verwachte) Probe Storage prototypes, zodat het makkelijker wordt om wereldwijd verbanden aan te leggen tussen onderzoeksprojecten, om zo de kans van slagen op de krappe consumentenmarkt te vergroten. Vanzelfsprekend speelt marketing een doorslaggevende rol, vanaf het moment dat de haalbaarheid is vastgesteld.

Zie website <http://utep.el.utwente.nl/~ptcu/microSPAM/>

Dankwoord

μ SPAM is een STW project (TES.5178). Verder willen we alle leden danken die betrokken zijn (geweest) bij μ SPAM, in het bijzonder E. Sarajlic en Meint de Boer.

Literatuur

- [1] H. Goldstein. The race to the bottom. Spectrum, pag. 26-33, Maart 2005.
- [2] E. Sarajlic. Electrostatic microactuators fabricated by vertical trench isolation technology. PhD thesis, University of Twente, The Netherlands, Wöhrmann 2005. ISBN: 90-365-2212-9.
- [3] M. Patrascu. Characterization, modeling and control of the μ Walker - a micro actuator for data storage. PhD thesis, University of Twente, The Netherlands, Wöhrmann 2006 (In print). ISBN: 90-365-2398-2.

Zijn GROTE investeringen voor gegevensopslag nog relevant?

Henk van der Bijl

Vlak voor de vakantie kocht ik De broncode van Erik Smit. Had ik nog steeds niet gelezen, ondanks snel om zich heen grijpende vermaardheid. De kern van het verhaal is de uitvinding van een coderingsprogramma door uitvinder Jan Sloot, einde vorige eeuw, waarmee hij in staat was een hele speelfilm op een gewoon chipkaartje (64 KB) te zetten. Sloot ging plotseling dood en de bron, het geheim, werd nooit gevonden.

Elke stoelgang en andere wachttijd in de vakantie bracht ik door met dit boek, het las lekker weg en het onderwerp intrigeerde me bijzonder. Stel je toch eens voor: een omvormer, waarmee je vele gigabytes aan opslag van enen en

nullen kunt verkleinen tot enkele kilobytes (niet comprimeren, dat is iets heel anders!). Daar gaat de fabricage van storage-media, niet of nauwelijks meer nodig. Op één DVD passen wel een miljoen speelfilms.

En er is zoveel in geïnvesteerd: steeds meer opslagcapaciteit op steeds minder oppervlakte, steeds goedkoper ook. Kan allemaal de prullenbak in.

Leuk boek, naast de theorie is ook het verhaal eromheen zeer leeswaardig, vooral omdat er ook nog een paar bekende Nederlanders (o.a. Roel Pieper en Marcel Boekhoorn) in voorkomen.