

Tracking Users around Tabletops

Radu-Daniel VATAVU, Cristian Andy TĂNASE, Ștefan-Gheorghe PENTIUC, and Adrian GRAUR

Abstract—We present in this paper a technique for tracking multiple users around tabletops or horizontal interactive surfaces by implementing a solution which consists of a few short-range distance optical sensors. The main target of our prototype is to address interaction-related questions: Are there any users around the table? How many are they? Where are they located? We describe practical hardware details of our implementation.

Index Terms— short distance sensors, tracking, human-computer interaction, detection, sensors, tabletop, interactive horizontal surfaces.

I. INTRODUCERE

SUPRAFEȚELE interactive prezintă un mare potențial în ceea ce privește modul de lucru multi utilizator datorită faptului că aceleași conținut poate fi accesat și prelucrat într-o manieră colaborativă. Datele pot fi partajate și manipulate de un grup de utilizatori aflați în jurul mesei într-un mod asemănător cu scenariul existent în lumea reală. Cu toate acestea, poziționarea diferită în care se pot găsi utilizatorii în jurul suprafeței interactive generează o serie de probleme legate de orientarea corectă a textului, ferestrelor și imaginilor: spre exemplu, o fereastră poate fi orientată corect pentru un utilizator însă ea apare inversată pentru utilizatorul aflat pe latura opusă. Acest lucru se întâmplă deasemenea și în lumea reală însă ar putea fi rezolvat parțial în cadrul sistemelor tabletop datorită conținutului digital al informației afișate. O problemă majoră apare însă atunci când utilizatorii își schimbă frecvent poziția în jurul mesei. În acest caz, ferestrele, graficele sau imaginile cu care aceștia lucrează trebuie deplasate și re-orientate manual în noua locație pentru a fi afișate corect.

O serie de abordări au fost propuse pentru rezolvarea problemei de orientare dintre care cea mai uzuală soluție are

corespondent direct în lumea reală: re-poziționarea manuală de către utilizator a obiectelor cu care acesta lucrează [1]. Acest lucru poate fi realizat în mod direct folosind gesturi [3, 4] sau tehnici special proiectate [6]. Manipularea poate fi îmbunătățită folosind gesturi [8, 9, 10], stylus pens [7] sau instrumente dedicate rotirii manuale cum ar fi cele prezente în implementarea DiamondSpin [6]. Există de asemenea opțiunea de auto-poziționare a obiectelor în funcție de cea mai apropiată margine [6], cel mai recent utilizator care a interacționat cu acestea [5], sau de influența unor “magneți” [6]. Fiecare abordare vine însă cu avantajele și dezavantajele sale și poate să nu funcționeze de fiecare dată sau în fiecare scenariu. Spre exemplu, utilizatorii pot pierde destul de mult timp cu folosirea instrumentelor specifice, manipularea ferestrelor sau prin folosirea gesturilor pentru obținerea orientării corecte pentru fiecare obiect care le aparține ceea ce conduce în final la afectarea fluidității interacțiunii (o mare parte din timpul de interacțiune este dedicat ajustării ferestrelor sau elementelor grafice). În ceea ce privește tehnicile de auto-poziționare a obiectelor, acestea devin ineficiente dacă mai mulți utilizatori partajează același obiect sau dacă utilizatorii își schimbă poziția în jurul sistemului.

Principalele contribuții ale acestui articol sunt legate de detaliile de implementare ale prototipului hardware folosind senzori de distanță (detalii discutate în secțiunea II – arhitectura hardware) având drept scop rezolvarea problemei orientării corecte precum și algoritmul de urmărire a utilizatorilor în jurul instalației tabletop.

II. ARHITECTURA HARDWARE

Un prototip a fost construit în laborator constând în 12 senzori optici de distanță mică ce au fost montați pe cele patru laturi ale unei mese de dimensiune 75 x 55 cm² (câte trei senzori pentru fiecare latură). Această distribuție a senzorilor face ca cel puțin unul sau cel mult doi senzori să devină activi în prezența unei persoane cu talie medie. Implementările efective sunt prezentate în Figurile 1 și 2. În dezvoltarea echipamentului hardware au fost folosite următoarele echipamente:

- Senzor de distanță de tip 12 SHARP GP2D12, folosindu-se un număr de 3 senzori pentru fiecare latură a mesei. Senzorii constau dintr-un PSD (Position Sensitive Detector), o diodă cu emisie infraroșu și un timer. A fost ales acest

Cristian Andy TĂNASE is with the University “Stefan cel Mare” of Suceava, Faculty of Electrical Engineering and Computer Science (e-mail: andy_t@eed.usv.ro).

Radu-Daniel VATAVU is with the University “Stefan cel Mare” of Suceava, Faculty of Electrical Engineering and Computer Science (e-mail: vatavu@eed.usv.ro).

Ștefan-Gheorghe PENTIUC is with the University “Stefan cel Mare” of Suceava, Faculty of Electrical Engineering and Computer Science (e-mail: pentiuc@eed.usv.ro).

Adrian GRAUR is with the University “Stefan cel Mare” of Suceava, Faculty of Electrical Engineering and Computer Science (e-mail: adriang@usv.ro).

model de senzor datorită imunității pe care o prezintă la lumina ambiantă fără influența culorilor sau reflexiilor. Citirea distanței se face continuu iar ca valoare de ieșire este generată o tensiune analogică invers proporțională cu aceasta. Domeniul distanței măsurate se află între 10-80 cm având un con solid cu rază de 6 cm la distanța maximă de 80 cm.

- Un sistem de dezvoltare FPGA Xilinx XC2V1000-4FG456C Altium NanoBoard NB1 folosit în implementare sistemului hardware. Acesta este alcătuit dintr-un microcontroler I8052, un controler I2C și o interfață RS232. Tensiune de ieșire dată de senzorii optici este convertită digital printr-un convertor MAX1037 A/D, folosită apoi de microcontrolerul I8052. Datele sunt filtrate și trimise calculatorului prin intermediul portului serial.

Fiecare senzor IR este conectat la un modul inteligent în vederea filtrării și procesării fluxurilor de date. Informația provenită de la toate modulele este colectată într-un modul principal (uC I8052) pentru analiza informațiilor și luarea deciziilor asupra pozițiilor utilizatorilor tabletop. Apoi, comanda este trimisă către PC prin portul serial pentru afișarea corespunzătoare a imaginilor proiectate pe suprafața interactivă. SW Counter este un generator de adresă folosit la scanarea tuturor senzorilor. În același timp adresa este decodificată pentru activarea modulului inteligent corespunzător.

Soluția aleasă în proiectarea structurii hardware pe sistemul Altium NanoBoard NB1 este prezentată în Figura 3. Fiecare senzor IR este conectat cu o unitate inteligentă (implementată de asemenea în structura FPGA). Aceste unități inteligente generează semnalele corespunzătoare pentru accesarea senzorilor. Datele sunt filtrate împotriva zgomotelor și convertite în informație utilă.

Senzorii sunt instalați pe fiecare parte a mesei la aproximativ 20-30cm unul față de celălalt (în funcție de lungimea efectivă a muchiilor mesei de 75 respectiv 55 cm), câte trei senzori pe fiecare parte: unul la mijloc și doi la colțuri. Deși sunt folosiți puțini senzori, modul de instalare face ca cel puțin unul și cel mult doi senzori să devină activi atunci când o persoană (de talie medie) se află în apropierea acestora. Aceasta conduce de asemenea la faptul că locația curentă a unui utilizator poate fi calculată cu o rezoluție mai mare: dacă doi senzori vecini S_i și S_{i+1} montați în locațiile (x_i, y_i) și (x_{i+1}, y_{i+1}) sunt activi simultan atunci locația actuală a utilizatorului poate fi inferată la mijlocul lor: locație = $((x_i + x_{i+1})/2, (y_i + y_{i+1})/2)$. Această creștere artificială a rezoluției senzoriale se poate dovedi utilă mai ales la colțurile mesei: când utilizatorii se află la colțuri atunci ambii senzori de pe fiecare latură vor deveni activi ceea ce face ca informația să fie afișată orientată corect la 45 de grade.

Imaginile proiectate sunt reconfigurate automat cu ajutorul PC-ului în concordanță cu informația primită de la tabletop prin conexiunea serială.



Fig. 1. Prototipul tabletop: instalarea senzorilor în jurul mesei.

Aplicația este proiectată pe mai multe niveluri. La bază se află nivelul senzorial al cărui principal scop este de a citi datele privind distanța dintre utilizatori și instalația tabletop. La mijloc se regăsește nivelul unităților de senzori inteligenți conectate la senzorii IR, unități proiectate pentru a prelua datele și a le transforma în informații utile. Nivelul trei este reprezentat de comunicațiile implementate cu ajutorul unui switch ce colectează pachetele de informații provenite de la unitățile de senzori trimițându-le modulului principal. Intrările și ieșirile sunt bufferate pentru a evita situațiile de blocare. Pachetele de informație sunt preluate de la fiecare senzor iar intrările care nu sunt activate sunt ignorate. Pe ultimul nivel se află unitatea principală de procesare ce ia deciziile în funcție de poziția utilizatorilor în jurul mesei. Arhitectura hardware reprezentând soluția aleasă pentru implementare este ilustrată în Figura 3.



Fig. 2. Instalarea echipamentelor: video proiector și tabletop cu senzorii instalați.

III. CONCLUZII

Am prezentat în acest articol o soluție simplă care permite detecția și urmărirea mai multor utilizatori în jurul unei suprafețe interactive orizontale. Am realizat acest lucru prin urmărirea și corelarea ieșirilor furnizate de un număr de senzori de mică distanță, montați pe fiecare latură a mesei. În pofida soluției simple, avantajele sunt multiple: nu se oferă doar o soluție pentru rezolvarea problemei orientării corecte a conținutului dar de asemenea este furnizată o modalitate de detecție și urmărire a utilizatorilor la deplasarea acestora în jurul mesei.

Ca și dezvoltări viitoare unitatea principală ar putea primi informația de la modulele de senzori inteligenți pentru a determina traseul urmat de utilizatorii tabletop folosind în acest scop tehnici de calculare a vitezei și a direcției de deplasare. Viitoarele lor locații pot fi determinate în concordanță cu informațiile privind direcția și viteza de deplasare. De asemenea este interesant de investigat efectul creșterii numărului de senzori pentru obținerea unei mai bune rezoluții de detecție, acest lucru necesitând implementarea unui sistem de comunicație de tip rețea on-chip.

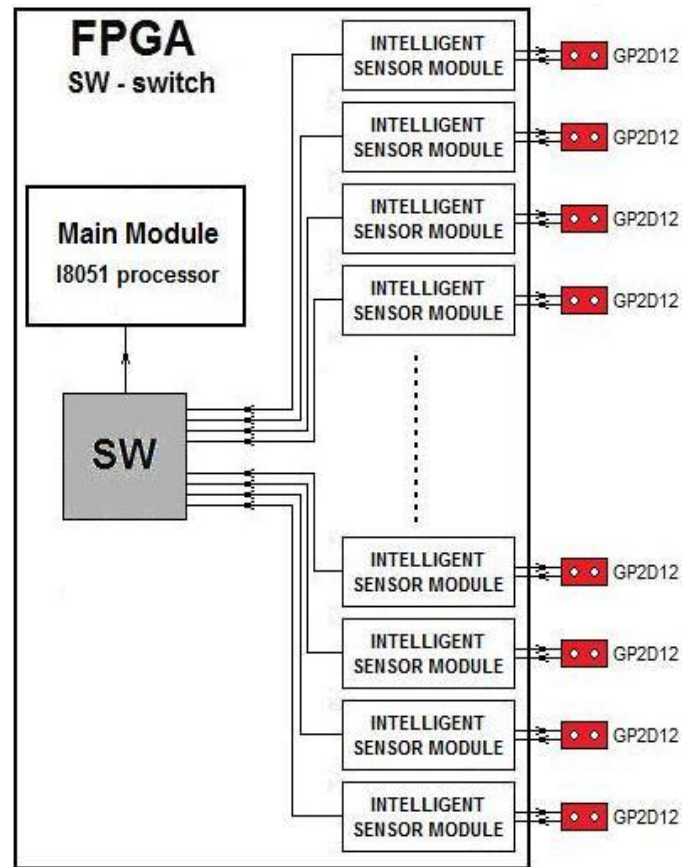


Fig. 3. Arhitectura hardware (schema bloc).



Fig. 4. Detecția și urmărirea unui utilizator în jurul instalației tabletop: ferestrele sunt automat reorientate în funcție de poziția utilizatorului.



Fig. 5. Detecția și urmărirea unui utilizator în jurul instalației tabletop.

IV. ACKNOWLEDGEMENTS

Rezultatele descrise în acest articol au fost finanțate de grantul național de cercetare, INTEROB, CEEEX 131/2006 (Interacțiunea gestuală cu sistemele informatice și robotice).

REFERENCES

- [1] Hancock, M.S., Vernier, F.D., Wigdor, D., Carpendale, S., Shen, C. Rotation and Translation Mechanisms for Tabletop Interaction, In Proceedings of TableTop2006: the 1st IEEE International Workshop on Horizontal Interactive Human-Computer Systems (2006), 79-86
- [2] Hilliges, O., Baur, D. and Butz, A. Photohelix: Browsing, sorting and sharing digital photo collections. In Proceedings of TABLETOP '07: the 2nd IEEE Int. Workshop on Horizontal Interactive Human-Computer Systems (2007), 87-94.
- [3] Kruger, R., Carpendale, S., Scott, S. D., and Tang, A. Fluid integration of rotation and translation. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (Portland, Oregon, USA, April 02 - 07, 2005). CHI '05. ACM, New York, NY, 601-610.
- [4] Liu, J., Pinelle, D., Sallam, S., Subramanian, S., and Gutwin, C. TNT: improved rotation and translation on digital tables. In Proceedings of Graphics interface 2006 (Quebec, Canada, June 07 - 09, 2006). ACM International Conference Proceeding Series, vol. 137. Canadian Information Processing Society, Toronto, Ont., Canada, 25-32
- [5] Morris, M., Morris, D., and Winograd, T. Individual audio channels with single display groupware: Effects on communication and task strategy. In Proceedings of CSCW '04: Computer Supported Cooperative Work (2004), ACM Press, 242-251

- [6] Shen, C., Vernier, F. D., Forlines, C., and Ringel, M.. Diamondspin: an extensible toolkit for around-the-table interaction. In Proceedings of CHI '04, ACM Press,
- [7] Tandler, P., Prante, T., M'uller-Tomfelde, C., Streitz, N. and Steinmetz, R. Connectables: dynamic coupling of displays for the flexible creation of shared workspaces. In Proceedings of UIST '01: the 14th ACM symposium on User interface software and technology (2001), ACM Press, 11-20
- [8] Wilson, A. Playanywhere: A compact tabletop computer vision system. In Proceedings of UIST '05: the 18th ACM symposium on User interface software and technology (2005), ACM Press, 83-92.
- [9] Wu, M. and Balakrishnan, R.. Multi-finger and whole hand gestural interaction techniques for multi-user tabletop displays. In Proceedings of UIST '03: the 16th ACM symposium on User interface software and technology (2003), ACM Press, 193-202.
- [10] Wu, M., Shen, C., Ryall, K., Forlines, C., and Balakrishnan, R. Gesture registration, relaxation, and reuse for multipoint direct-touch surfaces. In Proceedings of TABLETOP '06: the 1st IEEE Int. Workshop on Horizontal Interactive Human-Computer Systems (2006), 185-192.