

TEKNIK INTERAKSI UNIMANUAL PUSH AND PULL MENGUNAKAN DATA GLOVE

Arief Hidayat^a, Haslina Arshad^a, Nazlena Mohamad Ali^b, Lam Meng Chun^a

^aPusat Teknologi Kecerdasan Buatan, Fakulti Teknologi dan Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM, Bangi Selangor, Malaysia

^bInstitut Visual Informatik, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM, Bangi Selangor, Malaysia

Article history

Received

26 November 2015

Received in revised form

14 January 2016

Accepted

10 October 2016

*Corresponding author
haslinarshad@ukm.edu.my

Graphical abstract



Abstract

In a 3D user interface, interaction plays an important role in helping users to manipulate 3D objects in virtual environments. 3D devices, such as data glove and motion tracking, can potentially give users the opportunity to manipulate 3D objects in virtual reality environments such as checking, zooming, translating, rotating, merging and splitting 3D objects in a more natural and easy manner through the use of hand gestures. Hand gestures are often applied in 3D interaction techniques for converting the manipulation mode. This paper will discuss the interaction technique in a virtual environment using a combination of the Push and Pull navigation and the rotation technique. The unimanual use of these 3D interaction techniques can improve the effectiveness of users in their interaction with and manipulation of 3D objects. This study has enhanced the capability of the unimanual 3D interaction technique in terms of 3D interaction feedback in virtual environments.

Keywords: Virtual Environment, unimanual 3D Interaction, Object Manipulation

Abstrak

Dalam antara muka pengguna 3D, interaksi memainkan peranan penting dalam membantu pengguna untuk memanipulasi objek 3D di persekitaran maya. Peranti 3D seperti *data glove* dan *motion tracking* berpotensi untuk memberi pengguna peluang memanipulasi objek 3D dalam persekitaran realiti maya seperti memeriksa, memperbesar, menggerak, memutar, menggabungkan dan membahagi objek 3D dengan cara yang lebih semula jadi dan mudah dengan menggunakan isyarat tangan. Isyarat tangan sering diaplikasikan dalam teknik interaksi 3D untuk membuat penukaran mod manipulasi. Kertas ini akan membincangkan tentang teknik interaksi dalam persekitaran maya yang menggabungkan teknik navigasi *Push and Pull* dengan teknik putaran (*rotation*). Penggunaan teknik interaksi 3D secara unimanual ini dapat meningkatkan keberkesanan pengguna untuk berinteraksi dan memanipulasi objek 3D. Kajian ini telah menambah keupayaan teknik interaksi 3D unimanual dari segi maklum balas interaksi 3D dalam persekitaran maya.

Kata kunci: Persekitaran Maya, Interaksi 3D unimanual, Manipulasi objek

© 2016 Penerbit UTM Press. All rights reserved

1.0 PENGENALAN

Idea mengenai penggunaan antara muka tiga dimensi (3D) bagi generasi yang akan datang telah dicadangkan oleh para penyelidik sejak tahun 1990-an. Teknologi realiti maya merupakan contoh daripada implementasi antara muka 3D yang mempunyai ciri semula jadi dan intuitif. Realiti maya merupakan suatu persekitaran simulasi komputer yang mensimulasikan ciri fizikal objek yang terdapat di dunia sebenar ke dalam dunia maya yang hampir realistik, mempunyai interaksi dan navigasi, serta keupayaan memanipulasi objek melalui peranti input. Kebanyakan persekitaran realiti maya memberikan fokus kepada maklum balas secara visual, iaitu memaparkan hasil realiti maya pada skrin komputer.

Pelbagai aplikasi yang menarik dan praktikal seperti pengimejan perubatan 3D, visualisasi data saintifik yang kompleks, pemodelan molekul, simulasi latihan dan pendidikan [1, 2, 3] melibatkan antara muka 3D. Teknologi bagi antara muka 3D semakin matang. Peranti bukan tradisional dan komponen antara muka semakin bertambah, ia merangkumi peranti input seperti penjejak, peranti petunjuk 3D dan peranti *data glove* yang berdasarkan isyarat tangan.

Penggunaan peranti konvensional seperti papan kekunci dan tetikus diguna secara meluas tetapi ia menghadkan kelajuan dan sifat semula jadi semasa kita berinteraksi dengan komputer. Ia menjadi semakin jelas dengan munculnya teknologi realiti maya [4]. Untuk mengatasi masalah ini, para penyelidik telah membangunkan perkakasan yang membolehkan pengguna berinteraksi dengan komputer secara semula jadi melalui beberapa perkakasan input tersedia secara komersial seperti *data glove*. *Data glove* adalah perkakasan popular yang digunakan bagi berinteraksi dengan persekitaran maya untuk memperoleh gerakan tangan. Dengan sensor yang terdapat dalam *data glove*, isyarat gerakan tangan masa nyata dapat dihantar ke komputer untuk memanipulasikan objek 3D di dalam sistem realiti maya.

Data glove merupakan sejenis peranti input yang dapat mengesan isyarat tangan yang dilakukan oleh pengguna. Pada masa kini, *data glove* telah boleh mengesan isyarat tangan pengguna dengan lancar tanpa wayar seperti dalam kajian [5, 6]. Sistem maya yang berdasarkan *data glove* telah menarik perhatian para penyelidik dalam pelbagai bidang seperti dalam kawalan robot [7], sistem pencampuran video [8], termasuk penggunaan untuk berinteraksi dengan aplikasi visualisasi molekul [9, 10].

Kajian [11] telah menunjukkan manipulasi model 3D dengan *data glove* termasuk translasi dan putaran tetapi kajian ini hanya mempunyai ujian prestasi dan ujian tersebut juga kurang jelas. Ia juga tidak merangkumi ujian terhadap pengguna. Ujian pengguna adalah penting untuk mendapat data terhadap teknik interaski seperti kegemaran, tahap kemudahan untuk dipelajari atau digunakan dan sebagainya.

Kajian interaksi unimanual dengan aplikasi visualisasi molekul masih terhad. Beberapa kajian lepas telah menunjukkan bahawa pendekatan teknik interaksi unimanual dapat menyelesaikan tugas dengan masa yang lebih singkat [12]. Selain itu, penggunaan teknik bimanual untuk tugas gabungan lebih sukar untuk dipelajari [13].

Kebanyakan interaksi dengan objek molekul adalah navigasi berjenis putaran dan zum dan biasanya melalui tetikus. Teknik *Push and Pull* [14] yang telah dibangunkan untuk aplikasi pelancongan dalam dunia maya dapat digunakan sebagai teknik navigasi zum kerana teknik ini bersifat semula jadi dari cara penggunaan interaksi tersebut. Manakala bagi navigasi putaran, jenis interaksi dibangunkan mengikut kesesuaian dalam penggunaan mengikut isyarat tangan [15]. Isyarat tangan sering diaplikasikan dalam teknik interaksi 3D. Levesque [16] telah menggunakan satu tangan untuk membuat penukaran mod manipulasi melalui isyarat tangan. Kaedah ini menjadi rujukan untuk menggabungkan kedua-dua teknik interaksi navigasi tersebut.

Kajian yang di bincang dalam kertas ini memfokus kepada teknik interaksi 3D dalam persekitaran maya khususnya teknik navigasi dan manipulasi objek molekul dengan menggunakan *data glove*.

2.0 TEKNIK UNIMANUAL PUSH & PULL

Bahagian ini akan membincangkan teknik interaksi yang telah dibangunkan iaitu teknik *Push & Pull* yang menggunakan satu tangan. Bahagian satu membincangkan konsep teknik unimanual *Push & Pull* ini dan bahagian dua membincangkan kaedah penukaran mod manipulasi dalam teknik unimanual *Push & Pull*.

2.1 Teknik Interaksi

Teknik *Push & Pull* yang dibangunkan oleh [14] menggunakan pergerakan tangan dan adalah asas kepada kajian ini. Teknik *Push & Pull* ini dipilih kerana mampu memberi arahan kepada mesin melalui suatu tindakan interaksi untuk melakukan fungsi zum dengan isyarat tangan seperti menarik tuas. Bagaimanapun, dalam kajian yang dibincangkan di sini, teknik yang digunakan untuk interaksi adalah secara unimanual dan diimplementasikan untuk teknik navigasi zum, sama ada zum masuk (*zoom-in*) mahupun zum keluar (*zoom-out*), kerana zum merupakan pergerakan kamera utama yang paling banyak digunakan.

Teknik interaksi untuk memutar objek 3D dalam persekitaran maya pula merupakan suatu interaksi yang penting. Oleh itu, dua jenis interaksi putaran dibangunkan dan digunakan dalam kajian ini untuk memberikan pilihan kepada pengguna dalam melakukan interaksi. Teknik asas *Push & Pull* untuk interaksi navigasi zum akan digabungkan dengan teknik putaran ini. Oleh sebab ini, suatu mod penukaran manipulasi akan dibekalkan untuk membolehkan pengguna menukar mod manipulasi

dari interaksi navigasi zum kepada interaksi navigasi putaran.

Untuk melakukan interaksi zum, kedudukan tangan perlu dikesan dan nilai awal kepada jenis aksi terhadap objek perlu ditetapkan. Kedudukan awal objek mempunyai nilai $zoomValue = 10.0f$ dan kerana kamera utama hanya dapat digerakkan pada paksi Z, untuk setiap pergerakan yang mengubah nilai $zoomValue > 10.0f$ posisi objek akan dikesan sebagai zum masuk. Sebaliknya, jika pergerakan yang menyebabkan perubahan nilai $zoomValue < -10.0f$ berdasarkan posisi tangan, maka ia akan dikesan sebagai zum keluar. Rajah 1 menunjukkan kod sumber yang digunakan untuk menjana kedudukan objek dan setiap aksi yang dikesan untuk navigasi zum tersebut.

```

IF Mode sama dengan zum
    IF rekod posisi tangan paksi z
        SET nilai zum bersamaan dengan
        perbezaan antara rekod posisi
        tangan paksi z dengan kedudukan
        tangan paksi z semasa
    IF nilai zum lebih besar dari 10 cm
        SET pandangan kamera kepada
        20.0f (zum masuk)
ELSE IF nilai zum kurang dari -10cm
    SET pandangan kamera kepada 100.0f (zum
    keluar)
    
```

Rajah 1 Kod pseudo bagi menetapkan nilai, kedudukan, dan jenis aksi pada objek

2.2 Implementasi Kaedah Penukaran Mod Manipulasi

Tujuan utama bagi implementasi kaedah mod manipulasi adalah untuk memudahkan pengguna berinteraksi dengan objek 3D yang kompleks. Contohnya seperti objek molekul yang digunakan dalam kajian ini. Dengan manipulasi mod, pengguna dapat menukar mod untuk melakukan interaksi secara khas seperti putaran atau zum terhadap objek.

Penukaran mod manipulasi dalam kajian ini melibatkan isyarat tangan. Teknik interaksi yang dibangunkan dibahagi kepada tiga jenis isyarat tangan iaitu pembukaan tangan (*flat hand*) digunakan sebagai isyarat tangan bagi mod pergerakan zum dan penutupan tangan (*fist hand*) digunakan sebagai isyarat tangan bagi mod pergerakan putaran manakala penutupan tangan dengan ibu jari terbuka digunakan sebagai isyarat tangan bagi mod bebas. Mod bebas ini dapat diaktifkan selepas pengguna melakukan interaksi zum terhadap objek dan ingin menukar kepada interaksi putaran atau sebaliknya. Kerana cara manipulasi yang digunakan adalah secara unimanual, semua

arahan isyarat tangan dijalankan dengan tangan kanan pengguna. Jadual 1 menunjukkan interaksi dan isyarat tangan yang sepadan dengan mod manipulasi.

Jadual 1 Interaksi dan isyarat tangan yang sepadan dengan mod manipulasi^a

Teknik Unimanual	
Mod Zum	
Manipulasi Mod Putaran	
Mod Bebas	

Kod yang digunakan untuk penukaran mod interaksi dan penetapan nilai bagi pergerakan dan mod manipulasi dapat dilihat dalam Rajah 2.

```

IF isyarat glove ialah tangan terbuka
    Mod = Zum
ELSE IF isyarat glove ialah tangan tertutup dan nilai
    lenturan lebih besar daripada 0.75
    Mod = Putaran
ELSE IF isyarat glove ialah tangan tertutup dan nilai
    lenturan kurang daripada 0.5
    Mod = Bebas
ELSE
    Mod = Tidak diketahui
    
```

Rajah 2 Kod pseudo untuk penukaran mod interaksi

3.0 HASIL DAN PERBINCANGAN

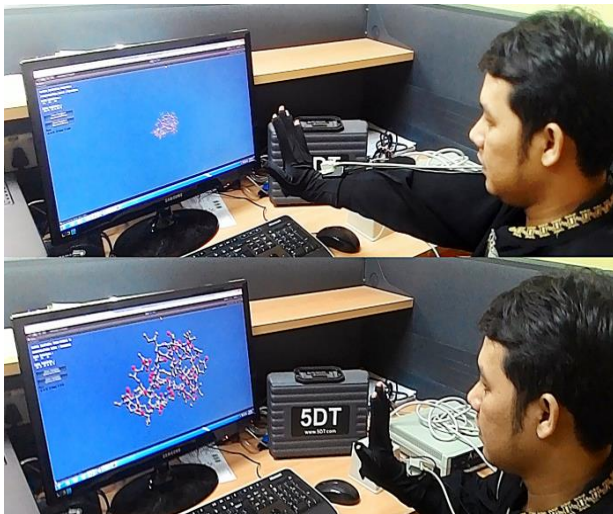
Eksperimen dengan pengguna telah dijalankan untuk memastikan prestasi teknik dengan merekodkan masa penyelesaian tugas yang melibatkan manipulasi molekul maya dengan dua konfigurasi teknik yang berbeza serta mendapatkan maklumat subjektif melalui memberi soal selidik kepada responden selepas mereka telah menyelesaikan tugas. Bahagian seterusnya akan membincang reka bentuk eksperimen dan juga membincangkan hasil daripada eksperimen yang telah dijalankan.

3.1 Eksperimen

Terdapat dua jenis teknik interaksi yang diuji dalam eksperimen ini. Dua jenis interaksi ini masing-masing mempunyai cara manipulasi yang sama untuk membuat zum masuk dan zum keluar, iaitu dengan melakukan gerakan tangan menarik dan menolak dengan isyarat pembukaan tangan (*flat hand*) (Rajah 3). Dua jenis interaksi ini menggunakan isyarat penutupan tangan untuk menukarkan mod ke mod putaran tetapi ia adalah berbeza semasa pelaksanaan putaran iaitu:

Teknik 1: Menggenggam tangan lalu menggerakkan tangan ke kiri untuk melakukan putaran ke kiri, dan ke kanan untuk melakukan putaran ke kanan.

Teknik 2: Menggenggam tangan, menegakkan tangan 90 darjah, memutar tangan ke kiri untuk melakukan putaran ke kiri dan memutar tangan ke kanan untuk melakukan putaran ke kanan.



Rajah 3 Kaedah interaksi Push & Pull

3.1 Latar Belakang Responden

Seramai 12 orang responden (R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, dan R12) telah terlibat dalam kajian ini secara sukarela.

Sebanyak 16.67% responden berada dalam kategori umur 10 hingga 16 tahun. Sebanyak 25% responden berada dalam kategori umur 17 hingga 20 tahun. Kemudian, sebanyak 41.67% berada dalam kategori umur 21 hingga 25 tahun, dan 16.67% responden berada dalam kategori umur 26 hingga 30 tahun. Seterusnya, responden terdiri daripada 6 orang perempuan dan 6 orang lelaki.

Oleh kerana pengalaman peranti input adalah suatu yang mustahak dalam melakukan eksperimen ini maka maklumat mengenai pengalaman

responden terhadap penggunaan peranti input 3D perlu dianalisa. Pengalaman terhadap peranti input ini memudahkan responden dalam melakukan eksperimen kerana konsep asas interaksi dengan objek 3D telah dimiliki. Dari pelbagai peranti input 3D lain yang disenaraikan (*Tetikus 3D, Joystick, Kinect Camera/Leap, PlayStation/PC Controller*), semua responden mempunyai pengalaman penggunaan peranti input *PlayStation*. Tugas yang diberikan untuk setiap responden adalah zum masuk objek dan melakukan interaksi putaran ke kanan dan ke kiri. Tiada tugas putaran spesifik seperti putar ke kanan 45 darjah atau putar ke kiri 90 darjah yang diberikan.

3.2 Soal Selidik

Soal selidik terhadap penilaian penerimaan kebolegunaan [17] terhadap teknik 1 dan teknik 2 mempunyai tujuh item dalam bentuk skala Likert (1. Sangat tidak setuju, 2. Tidak setuju, 3. Neutral, 4. Setuju, dan 5. Sangat setuju). Soalan penilaian ini telah diadaptasi daripada kajian Bai [18], iaitu:

- **Q1 Mudah Dipelajari**, Mengukur kebolehan belajar teknik interaksi semasa responden menjalankan tugas.
- **Q2 Mudah Digunakan**, Mengukur kebolehan penggunaan teknik interaksi semasa responden menjalankan tugas.
- **Q3 Cara Penggunaan Semula Jadi**, Mengukur teknik interaksi yang digunakan adalah berciri semula jadi seperti cara yang digunakan oleh responden dalam kehidupan harian.
- **Q4 Tidak Tertekan Secara Fizikal**, Mengukur kesukaran fizikal yang dihadapi responden semasa melakukan tugas manipulasi seperti keletihan dan kesusahan melakukan interaksi.
- **Q5 Cepak Dalam Menyelesaikan Tugas**, Mengukur kecekapan teknik interaksi dalam menyelesaikan tugas.
- **Q6 Berguna Untuk Melakukan zum masuk (zoom-in) atau zum keluar (zoom-out) Terhadap Objek**, Mengukur kebolegunaan teknik interaksi dalam melakukan zum masuk (*zoom-in*) dan zum keluar (*zoom-out*) terhadap objek.
- **Q7 Berguna Untuk Melakukan Putaran Terhadap Objek**, Mengukur kebolegunaan teknik interaksi dalam melakukan putaran terhadap objek.

Keputusan soal selidik (Jadual 2) mendapati bahawa semua item (Q1-Q7) yang dikemukakan mempunyai minimum tahap penerimaan "Setuju", kecuali item "Tidak Tertekan Secara Fizikal" bagi teknik 2 dengan nilai purata 3.58. Secara keseluruhan, responden mempunyai tahap penerimaan kebolegunaan yang lebih tinggi pada teknik 1 dengan nilai purata 4.46 berbanding teknik 2 iaitu 4.27 (Jadual 3).

Jadual 2 Keputusan purata pada setiap item

Faktor	No. Item	Item	Skor	
			Teknik 1	Teknik 2
Keupayaan belajar	Q1	Mudah dipelajari	4.58	4.50
	Q2	Mudah digunakan	4.25	4.42
Keselesaan	Q3	Cara penggunaan semula jadi	4.25	4.08
	Q4	Tidak tertekan secara fizikal	4.25	3.58
Kecekapan	Q5	Cekap dalam menyelesaikan tugas	4.50	4.42
	Q6	Berguna untuk zoom-in & zoom-out	4.83	4.67
Keberkesanan	Q7	Berguna untuk memutar objek	4.58	4.25

Jadual 3 Keputusan purata bagi setiap faktor

Faktor	Purata	
	Teknik 1	Teknik 2
Keupayaan belajar	4.42	4.46
Keselesaan	4.25	3.83
Kecekapan	4.50	4.42
Keberkesanan	4.71	4.46
Purata keseluruhan	4.46	4.27

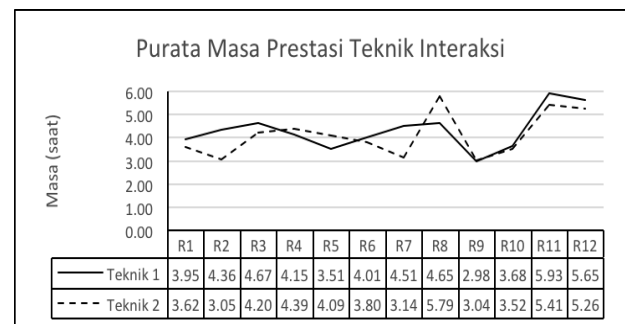
3.3 Pengujian Prestasi

Masa penyelesaian tugas telah direkodkan semasa pengujian untuk mendapatkan prestasi teknik. Rajah 4 menunjukkan purata masa yang telah diambil pada setiap responden dalam penyelesaian tugas sebanyak tiga kali. Secara keseluruhan, julat purata masa bagi teknik 1 adalah 2.98 saat sehingga 5.93 saat. Bagi teknik 2 pula, julat purata masa bagi responden untuk menyelesaikan tugas adalah daripada 3.04 saat sehingga 5.79 saat.

Rajah 4 juga menunjukkan bahawa secara keseluruhan purata masa yang diambil untuk menyelesaikan tugas bagi teknik 1 dan teknik 2 adalah hampir sama bagi R9 dan R10. Seramai 7 orang responden (R1, R2, R3, R6, R7, R11, dan R12) mempunyai purata masa yang lebih singkat dalam menyelesaikan tugas bagi teknik 2 berbanding teknik 1. Selain itu, hanya 3 orang responden (R4, R5 dan R8) mengambil masa yang lebih singkat bagi teknik 1 berbanding teknik 2.

Berdasarkan Rajah 4, didapati R11 dan R12 adalah responden muda dan kurang pengalaman dalam menggunakan peranti tersebut. Oleh itu, mereka mengambil masa yang lama untuk menyelesaikan tugas untuk kedua-dua teknik berbanding dengan responden lain.

Seterusnya, purata keseluruhan masa bagi semua responden adalah 4.34 saat bagi teknik 1 dan 4.11 saat untuk teknik 2. Hasil ini menunjukkan teknik 2 mempunyai purata masa yang lebih baik berbanding teknik 1 iaitu 0.23 saat lebih cepat dalam menyelesaikan tugas. Walaupun teknik 2 menunjukkan prestasi yang lebih bagus daripada teknik 1 dari segi penyelesaian tugas, tetapi teknik 2 (4.27) mempunyai keputusan soal selidik yang kurang berbanding dengan teknik 1 (4.46). Selain itu, seramai 9 responden telah memilih teknik 1 sebagai teknik kegemaran mereka pada akhir eksperimen. Hal ini berlaku kerana mereka rasa tekanan atas tangan mereka semasa melakukan putaran menggunakan teknik 2.



Rajah 4 Purata masa prestasi teknik interaksi

Teknik *Push & Pull* [14] yang dirujuk dalam kajian ini telah digunakan dalam sistem pelancongan maya yang berdasarkan jenis paparan dinding. Ujian yang melibatkan pengguna telah dijalankan dalam teknik tersebut. Soalan soal selidik adalah untuk mengukur dari segi Kemudahan, Keletihan, Kecenderungan dan Kegemaran pengguna; dalam skala Likert (1-9). Skor yang diperolehi ialah 6.60 bagi Kemudahan, 4.6 bagi Keletihan, 7.8 bagi Kecenderungan dan 5.80 bagi Kegemaran. Skor tersebut yang telah ditukarkan sepadan dengan skala Likert (1-5) adalah 3.67 (Kemudahan), 2.56 (Keletihan), 4.33

(Kecenderungan) dan 3.22 (Kegemaran) seperti dalam Jadual 4. Purata skor bagi Teknik 1 iaitu 4.46 menunjukkan bahawa Teknik 1 lebih bagus daripada kajian [14] terutama dari segi Keletihan di mana Teknik 1 mempunyai skor 4.25 berbanding 2.56 bagi Teknik kajian [14].

Jadual 4 Keputusan skor bagi teknik *Push & Pull* [14] dalam tafsiran Skala Likert (1-5)

Teknik <i>Push & Pull</i> [14]	
Kemudahan	3.67
Keletihan	2.56
Minat	4.33
Kegemaran	3.22
Purata keseluruhan	3.45

4.0 KESIMPULAN

Kajian ini memfokuskan kepada pendekatan teknik interaksi 3D di dalam teknologi realiti maya bertujuan untuk melihat keberkesanan penggunaan terhadap teknik interaksi 3D secara unimanual bagi memudahkan pengguna berinteraksi dengan objek 3D. Pembangunan teknik interaksi 3D dalam kajian ini juga telah menggunakan beberapa elemen interaksi antara manusia dan komputer iaitu maklum balas visual. Teknik unimanual *Push and Pull* telah menunjukkan maklum balas visual dalam proses interaksi navigasi. Ianya dapat meningkatkan tindakan yang realistik dalam proses zum masuk dan zum keluar terhadap objek. Kajian ini menghasilkan dua jenis teknik interaksi iaitu putaran ke kanan dan ke kiri dengan menggerakkan tangan ke kanan dan ke kiri dan menghasilkan pemetaan kaedah manipulasi. Ujian mendapati teknik yang menggunakan pergerakan tangan ke kiri dan kanan untuk fungsi putaran adalah lebih bagus berdasarkan maklum balas pengguna.

PENGHARGAAN

Kami ingin memberi penghargaan kepada penyelidik dari Mixed Reality and Pervasive (MyXLab), Pusat Teknologi Kecerdasan Buatan, Fakulti Teknologi dan Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia. Kajian ini dibiayai oleh geran penyelidikan FRGS/1/2013/ICT01/UKM/02/ 9.

References

- [1] E. F. Churchill, D. N. Snowdon, and A. J. Munro. 2012. *Collaborative Virtual Environments: Digital Places And Spaces For Interaction*. London: Springer Science & Business Media.
- [2] N. I. Durlach and A. S. Mavor. 1994. *Virtual Reality: Scientific And Technological Challenges*. National Academies Press.
- [3] W. R. Sherman and A. B. Craig. 2003. Understanding Virtual Reality—Interface, Application, and Design. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*. 12(4): 441-442.
- [4] V. I. Pavlovic, R. Sharma, and T. S. Huang. 1997. Visual Interpretation Of Hand Gestures For Human-Computer Interaction: A Review. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. 19(7): 677-695.
- [5] Prasad, S., Kumar, P. & Sinha, K. P. 2014. A Wireless Dynamic Gesture User Interface for Hci Using Hand Data Glove. *2014 Seventh International Conference on Contemporary Computing (IC3)*. Noida. 7-9 Aug, 2014. 62-67.
- [6] Cai, X., Guo, T., Wu, X. & Sun, H. 2015. Gesture Recognition Method Based on Wireless Data Glove with Sensors. *Sensor Letters*. 13(2): 134-137.
- [7] Chen, S., Ma, H., Yang, C., & Fu, M. 2015. Hand Gesture Based Robot Control System Using Leap Motion. *International Conference on Intelligent Robotics and Applications*. UK. 24-27 August 2015. 581-591.
- [8] Lee, J., Jung, H., & Lee, J. 2015. An User Interface of Live Video Mixing System Using Hand Gesture Recognition. *Advanced Science and Technology Letters Art, Culture, Game, Graphics, Broadcasting and Digital Contents*. 101 (2015): 5-9.
- [9] J.-I. Kim, S. Park, J. Lee, Y. Choi, and S. Jung. 2004. Development Of A Gesture-Based Molecular Visualization Tool Based On Virtual Reality For Molecular Docking. *Bulletin-Korean Chemical Society*. 25(10): 1571-1574.
- [10] J.-I. Kim, S. Park, Y. C. Jun Lee, and S. Jung. 2004. A Gesture-Based Molecular Modeling System. *International Conference on Artificial Reality and Telexistence*. Seoul, Korea. 30 November – 02 December 2004.
- [11] Ruohan, X., Gang, Z., Guocai, M. & Wenlei, X. 2014. A Gesture Based Real-Time Interactions with 3d Model. *2014 2nd International Conference on Systems and Informatics (ICSAI)*. Shanghai, 2014. 876-880.
- [12] M. Veit, A. Capobianco, and D. Bechmann. 2008. Consequence of Two-handed Manipulation on Speed, Precision and Perception on Spatial Input Task in 3D Modelling Applications. *J. UCS*. 14(19): 3174-3187.
- [13] J. Gribnau, E. de Boer, T. Trimbom, M. Wijgerde, E. Milot, F. Grosveld, et al. 1998. Chromatin Interaction Mechanism Of Transcriptional Control In Vivo. *The EMBO Journal*. 17(20): 6020-6027.
- [14] B. Yoo, J.-J. Han, C. Choi, K. Yi, S. Suh, D. Park, et al. 2010. 3D User Interface Combining Gaze And Hand Gestures For Large-Scale Display. *CHI'10 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. 3709-3714.
- [15] M. Nielsen, M. Störming, T. B. Moeslund, and E. Granum 2004. A Procedure For Developing Intuitive And Ergonomic Gesture Interfaces For HCI. *Gesture-Based Communication in Human-Computer Interaction*. Georgia, USA. 409-420.
- [16] J.-C. Lévesque, D. Laurendeau, and M. Mokhtari. 2011. Bimanual gestural interface for virtual environments. *Virtual Reality Conference (VR), 2011 IEEE*. 19-23 March 2011. 223-224.
- [17] R. Baharuddin, D. Singh, and R. Razali. 2013. Usability Dimensions For Mobile Applications-A Review. *Res. J. Appl. Sci. Eng. Technol*. 5(2013): 2225-2231.
- [18] H. Bai, G. A. Lee, and M. Billinghurst 2012. Freeze View Touch And Finger Gesture Based Interaction Methods For Handheld Augmented Reality Interfaces. *Proceedings of the 27th Conference on Image and Vision Computing New Zealand*. Dunedin, New Zealand. 126-131.