

Aplikasi Realiti Maya Desktop Bukan Immersif: Teknologi Terkini dalam Domain Pendidikan

Jamilah Hamid, Nor Hasbiah Ubaidullah, Aslina Saad

¹UPSI,hjamilah@fskik.upsi.edu.my

²UPSI,hasbiah@fskik.upsi.edu.my

³UPSI,aslina@fskik.upsi.edu.my

Abstrak

Perkembangan pesat dalam teknologi perkakasan dan perisian telah mengubah aplikasi komputer yang berbentuk multimedia 2D ke aplikasi yang menggunakan teknologi realiti maya. Tiga kategori realiti maya iaitu immersif, semi immersif dan tanpa immersif mula banyak digunakan dalam pelbagai domain terutamanya domain pendidikan. Kelebihan yang ditawarkan oleh teknologi realiti maya seperti kepelbagaian mod interaktiviti dan tahap interaktiviti yang tinggi, mencipta pelbagai senario, dan latihan berbentuk simulasi menyebabkan teknologi ini semakin popular di dalam domain ini. Penggunaan aplikasi realiti maya dalam domain pendidikan juga banyak memberi kebaikan seperti keselamatan, peningkatan logistik, pemahaman konsep dan keputusan penilaian psikometrik yang lebih baik berbanding dengan teknologi multimedia atau 2D. Antara faktor yang menjadikan kategori realiti maya desktop tanpa immersif yang paling popular ialah kos, kemudahan, tidak memerlukan peralatan khusus dan juga capaian melalui internet. Berdasarkan kebaikan dan faktor kepenggunaan realiti maya desktop tanpa immersif, kertas kerja ini membincangkan bagaimana kedua-dua elemen ini boleh dijadikan sebagai satu alat pengukur untuk membantu pembangun menentukan sama ada aplikasi realiti maya desktop tanpa immersif boleh dijadikan sebagai pilihan utama dalam membangunkan aplikasi dalam domain pendidikan.

Kata kunci realiti maya, realiti maya desktop tanpa immersif, pendidikan.

PENGENALAN

Perkembangan pesat dalam teknologi perkakasan dan perisian telah mengubah aplikasi komputer yang berbentuk multimedia 2D ke aplikasi yang menggunakan teknologi realiti maya atau pun persekitaran maya. Teknologi

realiti maya (RM) yang diperkenalkan pada tahun 1960-an telah berubah dan berkembang konfigurasi yang mana pada masa kini ianya tidak terhad kepada penggunaan peranti-peranti tertentu sahaja seperti *head mounted display* (HMD) atau bilik immersif tetapi lebih luas iaitu kepada komputer peribadi, *personal display assistant* (PDA) dan juga yang berasaskan talian. Selain dari itu, teknologi RM ini juga dikenali dengan pelbagai istilah lain seperti persekitaran maya, ruang siber, dunia maya, dunia buatan dan realiti buatan (Bamodu & Ye, 2013).

Menurut Fuchs dan Guitton (2011), konsep RM yang menyatakan bahawa RM hanya wujud apabila seseorang menggunakan HMD dan peranti-peranti tertentu seperti sarung tangan, pengayuh, roda stereng atau sebagainya untuk berinteraksi dengan persekitaran maya yang dihasilkan oleh komputer adalah suatu konsep yang salah kerana ianya hanya memfokus pada teknologi tertentu dan juga terhad kepada isu saintifik yang melibatkan kompleksiti dimensi interaksi antara pengguna dengan persekitaran maya sahaja.

TAKRIFAN REALITI MAYA DAN KATEGORI APLIKASI REALITI MAYA

Terdapat banyak takrifan yang dibina untuk menggambarkan konsep RM (Fuchs & Guitton, 2011; Sherman & Craig, 2003; Søraker, 2009). Fuchs dan Guitton (2011) berhujah bahawa kebanyakan takrifan yang terdapat dalam kajian literatur adalah tidak sesuai kerana takrifan tersebut adalah daripada gabungan fungsi, tujuan, aplikasi dan teknik RM yang digunakan. Justeru, hasil perbincangan daripada Fuchs dan rakan-rakannya, tiga bentuk takrifan telah terhasil iaitu takrifan tujuan, takrifan fungsi dan takrifan teknikal yang mana ketiga-tiga takrifan ini telah diterima oleh komuniti saintifik antarabangsa. Takrifan tujuan RM yang dikemukakan beliau ialah

The purpose of virtual reality is to make possible a sensorimotor and cognitive activity for a person (or persons) in a digitally created artificial world, which can be imaginary, symbolic or a simulation of certain aspects of the real world.

(Fuchs & Guitton, 2011, ms 6)

Dalam menentukan kategori RM, tiada piawaian yang tertentu yang telah ditetapkan. Namun untuk memudahkan pengelasan aplikasi, beberapa orang ahli bidang telah mencadangkan kategori untuk aplikasi RM. Fuchs, Lourdeaux, dan Burkhardt (2011) membahagikan aplikasi RM kepada empat kategori; i) pemerhatian dalam dunia maya, ii) pergerakan dalam dunia maya, iii) beraksi dalam dunia maya dan iv) berkomunikasi dengan orang lain atau dengan aplikasi lain. Sherman dan Craig (2003) pula menggariskan empat kategori iaitu i) tiada apa-apa, ii) penerimaan minor, iii) penglibatan (*engaged*) dan iv) immersif keseluruhan mental. Menurut Bamodu dan Ye (2013) serta T dan Sathik (2012), sistem RM boleh diklasifikasikan kepada tiga kategori utama; i) tanpa immersif, ii) semi immersif dan iii) immersif dan klasifikasi ini telah digunakan oleh ramai penyelidik (Chen, Yang, Shen, & Jeng, 2007;

Mengoni & Germani, 2011; Nassiri, 2009; Smith & Ericson, 2009; Steele, Fulbright, & Nichols, 2010; Wang & Li, 2004; Wyk & Villiers, 2009).

Sistem RM yang immersif merupakan sistem yang mempunyai tahap immersif yang paling tinggi. Komponennya terdiri daripada HMD, peranti pengesanan, sarung tangan, *caves* ataupun peranti yang direka khusus untuk aplikasi tersebut serta penggunaan animasi 3D yang mana ia menyebabkan pengguna merasa seolah-olah mereka berada dalam persekitaran sebenar. Contoh penggunaan aplikasi ini ialah pengembaraan dalam angkasa lepas. Manakala sistem RM semi immersif yang dikenali juga sebagai sistem hibrid atau *augmented system* adalah sistem RM yang masih menyediakan tahap immersif yang tinggi tetapi ianya boleh diaplikasikan dengan menggunakan komputer desktop ataupun suatu model fizikal yang menyerupai keadaan sebenar. Contoh aplikasi sistem semi immersif ialah simulator pemanduan kapal terbang. Kategori terakhir iaitu sistem RM tanpa immersif yang mana ianya dikenali juga sebagai sistem RM Desktop, *Fish Tank* atau pun *Window on World system*. Di antara ketiga-tiga sistem RM, sistem ini mempunyai kos yang paling rendah kerana tiada peranti khusus yang diperlukan. Pengguna dapat melihat persekitaran maya melalui monitor resolusi tinggi dan interaksi dengan aplikasi boleh dilaksanakan melalui papan kekunci, tetikus, kayu ria dan bebola jejak atau pun boleh ditingkatkan dengan penggunaan peranti 3D.

APLIKASI REALITI MAYA DALAM DOMAIN PENDIDIKAN

Kajian menunjukkan bahawa domain pendidikan banyak menggunakan pendekatan RM pada masa kini (Adamo-Villani, Wilbur, & Wasburn, 2008; Chen et al., 2007; Huang & Khan, 2012; Kovárová & Sokolský, 2011; Rahim et al., 2012; Smith & Ericson, 2009; Wang & Li, 2004). Teknologi RM yang membolehkan pengguna melihat objek atau persekitaran dari pelbagai sudut dan perseptif unik serta menarik perhatian pelajar dengan tahap interaktiviti yang tinggi (Ragan, Bowman, & Huber, 2012), mencipta pelbagai senario termasuk yang jarang ditemui (Huang & Khan, 2012; Wyk & Villiers, 2009), manipulasi dan berinteraksi dengan objek (Chen et al., 2007) dan kepelbagaian mod interaktiviti seperti mod *haptic* yang membolehkan pengguna membuat latihan berbentuk simulasi sebenar (Smith & Ericson, 2009; Wang & Li, 2004) menyebabkan teknologi ini semakin popular di dalam domain ini. Antara sub domain pendidikan yang paling banyak menggunakan aplikasi RM ialah latihan.

Banyak kajian yang telah dijalankan menunjukkan bahawa penggunaan RM dalam domain latihan memberi implikasi yang besar kepada pengguna. Wyk dan Villiers (2009) menegaskan bahawa teknologi RM boleh menjadi satu platform yang baik untuk melatih para pekerja industri perlombongan menghadapi situasi membahayakan dan seterusnya boleh menyelamatkan nyawa. Ini adalah kerana teknologi ini boleh menyediakan pelbagai senario yang membahayakan dan jarang ditemui untuk melatih mereka menghadapi situasi berkenaan. Teknologi RM bukan sahaja boleh menyediakan situasi yang jarang ditemui, tetapi ianya juga boleh diaplikasikan dalam senario

yang sering ditemui tetapi boleh mengakibatkan kecederaan atau pengorbanan nyawa sekiranya latihan tersebut diadakan dalam keadaan sebenar. Misalnya dalam latihan kebakaran di sekolah, pelajar sekolah hanya diarahkan untuk keluar dari bangunan sekiranya terdengar loceng kebakaran berbunyi. Proses latihan ini kurang memberi implikasi kerana tidak menunjukkan keadaan sebenar waktu kebakaran. Walau bagaimanapun, kajian yang dijalankan oleh Smith dan Ericson (2009), telah menunjukkan bahawa proses latihan ini boleh ditingkatkan dengan penggunaan aplikasi RM yang boleh mewujudkan persekitaran seperti kebakaran sebenar dan memberi implikasi positif.

Justeru faktor utama pengaplikasian RM dalam sub domain ini adalah kerana latihan simulasi yang mewakili keadaan sebenar yang dicipta dalam persekitaran maya dapat mengurangkan risiko kemalangan dan juga kematian untuk latihan-latihan yang membahayakan apabila diadakan dalam situasi sebenar. Selain daripada itu, ianya juga dapat meningkatkan logistik kerana persekitaran dan simulasi yang disediakan hanya merupakan persekitaran imiginari. Malahan ianya boleh diaplikasikan dalam pelbagai bidang seperti pengangkutan, perhutanan, perkilangan, perubatan dan banyak bidang lagi yang memerlukan tahap kredibiliti pekerja yang tinggi.

Sub domain pendidikan yang kedua yang paling banyak digunakan ialah dalam pengajaran dan pembelajaran. Kajian menunjukkan bahawa penggunaan koswer dengan pendekatan RM dapat meningkatkan kefahaman pelajar berbanding dengan penggunaan model 3D terutamanya untuk subjek yang memerlukan kemahiran visual spatial (Liping, JiuHong, Dongmei, & Youwei, 2010; Said, 2012; Samsudin, 2011). Malahan terdapat perbezaan yang ketara jika dibandingkan penggunaan RM dengan model 2D (Mengoni & Germani, 2011). Ragan et al., (2012) mendapati maklumat yang dipersembahkan dalam bentuk spatial dapat meningkatkan tahap hafalan pelajar, namun dalam konteks penyelesaian masalah, persembahan maklumat dalam bentuk ini sahaja tidak mencukupi. Untuk memanfaatkan kelebihan ciri spatial yang ditawarkan teknologi RM dengan sebaik mungkin, pembangun aplikasi RM perlu memikirkan bentuk interaktiviti yang bersesuaian untuk diterapkan ke dalam sistem tersebut (Ragan et al., 2012; Wallet, Sauzeon, Rodrigues, & N'Kaoua, 2008).

Ini menunjukkan strategi pembelajaran eksplorasi dan kontruktivisme yang membolehkan pelajar sentiasa aktif semasa penggunaan koswer RM bukan sahaja boleh meningkatkan kefahaman tetapi ianya juga dapat meningkatkan motivasi untuk mempelajari sesuatu topik. Walaupun koswer multimedia interaktif menawarkan ciri interaktiviti yang tinggi, namun ciri koswer RM yang menawarkan keadaan atau persekitaran yang menyerupai dunia sebenar menyebabkan kesan penggunaan koswer RM adalah lebih baik. Berdasarkan kebaikan-kebaikan yang ditawarkan oleh teknologi RM ini telah menyebabkan ianya semakin popular pada masa kini.

Sub domain pendidikan yang seterusnya yang memberi manfaat yang tinggi dengan pengaplikasian RM ialah dalam penilaian psikometrik. Dalam kajian yang dijalankan oleh Attree, Turner, dan Cowell (2009) ke atas penghidap

disleksia dewasa mendapati bakat visual spatial yang dimiliki oleh mereka tidak dapat dikenal pasti apabila pengujian dilakukan secara bertulis tetapi keputusan yang sebaliknya diperoleh apabila menggunakan pendekatan RM. Justeru beliau menyarankan agar ahli penyelidik menggunakan aplikasi RM dalam membina alat pengujian.

Menurut Mestre dan Vercher (2011) kajian yang dibuat untuk mengukur validasi *ecology* dengan menggunakan persekitaran dua dimensi adalah kurang tepat berbanding dengan persekitaran RM. Bryant, (1982), Cooper dan Mumaw(1985) dalam Gabrielli, Rogers, dan Scaife (2000) berhujah bahawa ujian psikometrik yang dibuat dengan menggunakan kertas dan pen didapati menghasilkan keputusan yang lemah yakni gagal untuk mencapai nilai signifikan. Sehubungan dengan itu, beliau juga berpandangan bahawa teknologi desktop RM boleh menyediakan satu platform pengukuran yang lebih baik berbanding dengan pengukuran yang dibuat secara konvensional dan kenyataan ini turut disokong Cohen dan Hegarty (2012). Sehubungan dengan itu, pihak berwajib wajar mempertimbangkan teknologi RM dalam membangunkan instrumen bagi penilaian-penilaian yang melibatkan psikometrik seperti kemasukan ke universiti atau pengambilan pekerja dalam bidang-bidang tertentu.

Kajian juga menunjukkan bahawa aplikasi RM desktop tanpa immersif telah menunjukkan potensi yang baik dalam bidang pendidikan (Kovárová & Sokolský, 2011; Mengoni & Germani, 2011; Rahim et al., 2012; Steele et al., 2010). Antara faktor utama penggunaan teknologi ini ialah kos perkakasan dan perisiannya yang rendah berbanding dengan teknologi RM immersif dan semi immersif. Selain daripada itu, penggunaan peralatan teknikal yang kompleks dan navigasi yang sukar dan kawasan yang khusus yang diperlukan untuk pelaksanaan sistem RM immersif menyebabkan aplikasinya terhad dan kurang populariti (Allahyar & Hunt, 2003; Chen et al., 2007; Wang & Li, 2004). Maka ini mengukuhkan lagi bahawa aplikasi RM dekstop tanpa immersif sesuai digunakan dalam bidang pendidikan.

Kajian yang dijalankan oleh So et al. (2011) mendapati penggunaan alat HMD boleh mengakibatkan tekanan visual kepada para pengguna semasa menjalani terapi rehabilitasi tetapi masalah tekanan tersebut dapat di atasi apabila alat tersebut digantikan dengan paparan skrin dan ianya tidak menjejaskan proses rehabilitasi tersebut. Kesan yang sama diperoleh dalam kajian lain yang dijalankan oleh Ausburn, Martens, Washington, Steele, dan Washburn (2009) ke atas empat peserta lelaki dan 15 peserta perempuan yang mana peserta perempuan merasa tidak selesa semasa menggunakan aplikasi RM yang mempunyai tahap immersif yang tinggi, malahan mereka menghadapi masalah semasa mengendalikan sistem walaupun mereka mempunyai pengalaman dalam penggunaan teknologi desktop RM. Ini menunjukkan peranti HMD bukan merupakan satu kemestian dalam pengaplikasian RM dan dapatan ini adalah selari dengan dapatan kajian dijalankan oleh Allahyar dan Hunt (2003). Menurut mereka, tiada perbezaan yang signifikan antara penggunaan RM immersif dengan RM desktop dalam mengukur orientasi spatial.

Manakala dalam aspek kewujudan (*presence*), kajian yang dijalankan oleh Bruce dan Regenbrecht (2009) menunjukkan bahawa aplikasi desktop RM mampu memberi tahap kewujudan yang bersesuaian dan efisien dalam merawat masalah kecelaruan psikologi. Ini menunjukkan desktop RM tanpa immersif mampu mencapai objektif dan kelebihan yang sama ditawarkan oleh RM semi immersif.

Selain daripada itu, faktor capaian internet juga merupakan salah satu sebab mengapa teknologi RM desktop tanpa immersif menjadi pilihan pada masa kini. Teknologi terkini yang menyediakan kemudahan dari segi perkakasan, perisian dan talian komunikasi yang canggih membolehkan aplikasi desktop RM berasaskan web dapat dibangunkan dan digunakan oleh kumpulan sasaran tanpa sebarang masalah. Perkara yang sama turut ditegaskan oleh Mennecke et al. (2008), iaitu selain dari media sosial, aplikasi Internet yang menggunakan pendekatan RM mula digemari dan menjadi penting dalam pelbagai domain seperti pendidikan, perubatan, hiburan, perniagaan, perindustrian, kajian saintifik dan sebagainya. Tambahan pula bagi aplikasi yang berasaskan Internet, keperluan pada peranti khusus adalah tidak diperlukan dan ini akan lebih memudahkan pengguna. Kajian yang berkaitan telah dijalankan oleh Gopalakrishnakone et al. (2011) yang mana beliau telah membangunkan satu aplikasi RM berasaskan web yang boleh digunakan sebagai alat bantu pengajaran untuk guru dan pembelajaran untuk pelajar bagi topik anatomi. Dalam kajian ini, koswer tersebut boleh dicapai dan dimiliki oleh pelajar kerana kos perkakasan yang rendah. Justeru dengan pembangunan aplikasi RM desktop tanpa immersif berasaskan Internet, pengguna aplikasi boleh dimanfaatkan oleh ramai individu tanpa sebarang batasan sempadan.

KESIMPULAN

Aplikasi RM yang digunakan dalam sub domain pendidikan seperti latihan, pengajaran dan pembelajaran serta penilaian psikometrik dapat memberi banyak kebaikan yang tidak dapat ditawarkan oleh aplikasi multimedia terutamanya dari aspek keselamatan, peningkatan logistik dan penilaian *ecology*. Justeru aplikasi RM seharusnya digunakan sebaik mungkin oleh semua pihak yang terlibat dengan dunia pendidikan. Sistem RM yang berasaskan desktop tanpa immersif juga menawarkan banyak kelebihan seperti kos yang murah yakni mampu dimiliki oleh hampir semua golongan (*affordability*), tidak menggunakan peralatan yang canggih (*availability*), mudah digunakan (*ease of use*), boleh dicapai melalui internet (*web based*) dengan mengekalkan keupayaan dan hasil yang hampir sama dengan sistem RM immersif dan semi immersif. Justeru, berdasarkan kebaikan dan kelebihan yang ditawarkan oleh teknologi ini, pembangun boleh menjadikan aplikasi RM desktop tanpa immersif sebagai pilihan utama apabila hendak mengaplikasikan teknologi RM dalam mana-mana bidang yang diingini.

RUJUKAN

- Adamo-Villani, N., Wilbur, R., & Wasburn, M. (2008). Gender differences in usability and enjoyment of VR educational games: A study of SMILE™. 2008 International Conference Visualisation, 114–119. doi:10.1109/VIS.2008.10
- Allahyar, M., & Hunt, E. (2003). The assessment of spatial orientation using virtual reality techniques. *International Journal Of Testing*, 3(3), 263–275. doi:10.1207/S15327574IJT0303
- Attree, E. A., Turner, M. J., & Cowell, N. (2009). A virtual reality test identifies the visuospatial strengths of adolescents with dyslexia. *CyberPsychology & Behavior*, 12(2), 163–8. doi:10.1089/cpb.2008.0204
- Ausburn, L. J., Martens, J., Washington, A., Steele, D., & Washburn, E. (2009). A Cross-case analysis of gender issues in desktop virtual reality learning environments. *Journal of Industrial Teacher Education*, 46(3), 51–89. Retrieved from <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JITE/v46n3/pdf/ausburn.pdf>
- Bamodu, O., & Ye, X. (2013). Virtual reality and virtual reality system components. *Proceedings of the 2nd International Conference On Systems Engineering and Modeling* (pp. 921–924). Paris, France: Atlantis Press. doi:10.2991/icsem.2013.192
- Bruce, M., & Regenbrecht, H. (2009). A virtual reality claustrophobia therapy system – Implementation and test. *Virtual Reality 2009* (pp. 179–182). Louisiana, USA: IEEE.
- Chen, C. H., Yang, J. C., Shen, S., & Jeng, M. C. (2007). A desktop virtual reality earth motion system in astronomy education. *Educational Technology & Society*, 10(3), 289–304.
- Cohen, C. a., & Hegarty, M. (2012). Inferring cross Sections of 3D objects: A New spatial thinking test. *Learning and Individual Differences*, 22(6), 868–874. doi:10.1016/j.lindif.2012.05.007
- Fuchs, P., & Guitton, P. (2011). Introduction to virtual reality. In P. Fuchs, G. Moreau, & P. Guitton (Eds.), *Virtual Reality: Concepts And Technologies* (1st ed., pp. 3–10). London: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Fuchs, P., Lourdeaux, D., & Burkhardt, J. M. (2011). Theoretical and pragmatic approach to virtual reality. In P. Fuchs, G. Moreau, & P. Guitton (Eds.), *Virtual Reality: Concepts And Technologies* (1st ed., pp. 11–45). London: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Gabrielli, S., Rogers, Y., & Scaife, M. (2000). Young children’s spatial representations developed through exploration of a desktop virtual reality scene. *Education and Information Technologies*, 5(4), 251–262.
- Gopalakrishnakone, P., Jianfeng, L., Sun, G. P., Abeykoon, A., Noel, O., Fernando, O. N. N., & Cheok, A. D. (2011). A multimodal virtual anatomy learning tool for medical education.
- Huang, P., & Khan, O. (2012). Virtual reality based safety system for airborne platforms. *Int. J Interact Des manuf*, 6, 131–137. doi:10.1007/s12008-012-0157-9
- Kovárová, A., & Sokolský, M. (2011). Using virtual reality for teaching solid geometry: A case study for a cube section. 14th International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL2011) (pp. 428–433). Slovakia: IEEE Conference Publications. doi:10.1109/ICL.2011.6059620
- Liping, W., Jiuhong, W. E. I., Dongmei, Y. A. N., & Youwei, W. (2010). Research on desktop virtual reality in genetic of bacteria and viruses. *International Conference of Computational Intelligence and Software Engineering (CiSE 2010)* (pp. 1–3). IEEE conference Publications. doi:10.1109/CISE.2010.5677211

- Mengoni, M., & Germani, M. (2011). Benchmarking of virtual reality performance in mechanics education. *Int J Interact Des Manuf*, 5, 103–117. doi:10.1007/s12008-011-0119-7
- Mennecke, B. E., Mcneill, D., Ganis, M., Townsend, A. M., Roche, E. M., Bray, D. A., Konsynski, B., et al. (2008). Second life and other virtual worlds : A roadmap for research. *Communications of The Association For Information System CAIS*, 22(March 2008), 371–388.
- Mestre, D., & Vercher, J.-L. (2011). Interaction between virtual reality and behavioural sciences. In P. Fuchs, G. Moreau, & P. Guitton (Eds.), *Virtual Reality: Concepts And Technologies* (1st ed., pp. 81–91). London: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Nassiri, N. (2009). Software agent in desktop virtual shopping. 2009 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology-Workshop (pp. 618–620). IEEE/WIC/ACM. doi:10.1109/WI-IAT.2009.362
- Ragan, E. D., Bowman, D. A., & Huber, K. J. (2012). Supporting cognitive processing with spatial information presentations in virtual environments. *Virtual Reality*, 16(4), 301–314. doi:10.1007/s10055-012-0211-8
- Rahim, E. A., Duenser, A., Billingham, M., Herritsch, A., Unsworth, K., Mckinnon, A., & Gostomski, P. (2012). A desktop virtual reality application for chemical and process engineering education. *Proceedings of the 24th Australian Computer-Human Interaction Conference* (pp. 1–8). ACM Digital Library.
- Said, C. S. (2012). Pembangunan dan Penilaian Keberkesanan Koswer Multimedia Interaktif Dengan Koswer Realiti Maya dalam Pembelajaran Biologi Sel. *Universiti Sains Malaysia*.
- Samsudin, K. A. (2011). *Spatial Ability Training and Its Transfer*. University Multimedia, Cyber Jaya.
- Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2003). *Understanding virtual Reality: Interface, application, and design* (1st ed.). San Francisco, USA: Morgan Kaufman.
- Smith, S., & Ericson, A. E. (2009). Using immersive game-based virtual reality to teach fire-safety skills to children. *Virtual Reality*, 13, 87–99. doi:10.1007/s10055-009-0113-6
- So, R. H. Y., Wong, K. P., Yuen, S. L., Tang, J., Yeung, H., & Liu, J. (2011). Virtual reality gaming for rehabilitation: An evaluation study with physio-and occupational therapists. *VRCAI, ACM*, 1(212), 503–506.
- Søraker, J. H. (2009). Virtual entities , environments , worlds and reality suggested definitions and taxonomy. *The Philosophy Of Computer Games Conference, Oslo 2009* (pp. 1–27).
- Steele, D., Fulbright, S., & Nichols, A. N. (2010). Age and technology : Adult learning performance in desktop virtual reality environments. *Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 26–28). Washington DC: IEEE Conference Publications. doi:10.1109/FIE.2010.5673624
- T, R., & Sathik, M. M. (2012). The efficiency enhancement in non immersive virtual reality system by haptic devices. *International Journal Of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 2(3).
- Wallet, G., Sauzeon, H., Rodrigues, J., & N’Kaoua, B. (2008). Use of virtual reality for spatial knowledge transfer : Effects of passive / active exploration mode in simple and complex routes for three different recall tasks. *VRST 2008 - Proceedings of the ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology* (pp. 175–178). Bordeaux, France: ACM.
- Wang, Q. H., & Li, J. R. (2004). A desktop VR prototype for industrial training applications. *Virtual Reality*, 7(3-4), 187–197. doi:10.1007/s10055-004-0127-z
- Wyk, E. Van, & Villiers, R. de. (2009). Virtual reality training applications for the mining industry. *ACM Afrigraph*, 1(212), 53–64.