

Animasi Agen Pedagogi *Talking-Head* Pelbagai Tahap Realistik Dan Kesannya Terhadap Emosi: Suatu Kerangka Konseptual

Animation of Pedagogical Agent *Talking-Head* with Various Realistic Level and Its Effects on Emotions: A Conceptual Framework

*Muhammad Ihsan Rokeman¹, Ahmad Zamzuri Mohamad Ali²,
Mohd Khairulnizam Ramlie³

¹Fakulti Pembangunan Manusia, Universiti Pendidikan Sultan Idris,
35900 Tanjong Malim, Perak, Malaysia

²Fakulti Seni, Kelestarian & Industri Kreatif, Universiti Pendidikan Sultan Idris,
35900 Tanjong Malim, Perak, Malaysia

³Kolej Pengajian Seni Kreatif, Universiti Teknologi MARA Cawangan Perak,
Kampus Seri Iskandar, 32610 Seri Iskandar, Perak, Malaysia

*ihsan@fpm.upsi.edu.my¹, zamzuri@fskik.upsi.edu.my², nizamramlie@uitm.edu.my³

*Corresponding author

Received: 10 April 2024; Accepted: 14 June 2024; Published: 1 September 2024

ABSTRAK

Animasi agen pedagogi *talking-head* mampu menarik perhatian pengguna dan boleh digunakan sebagai agen pedagogi dalam medium pembelajaran digital. Namun, animasi *talking-head* berpotensi untuk mengakibatkan gangguan emosi dan perasaan tidak selesa terhadap pengguna apabila karakter animasi *talking-head* direka bentuk terlalu realistik. Perasaan tidak selesa ini dikenali sebagai fenomena *Uncanny Valley* dan diperkenalkan Masahiro Mori pada tahun 1970 melalui kajiannya. Oleh itu, kertas kajian ini akan membincangkan serta mencadangkan suatu kerangka konseptual sebagai panduan untuk kajian-kajian berkaitan permasalahan ini. Kertas kajian ini akan membincangkan kepentingan dalam pemilihan karakter animasi dengan tahap realistik yang betul untuk mengelakkan kesan fenomena *Uncanny Valley*. Kerangka konseptual ini dibina berdasarkan teori, prinsip dan tinjauan literatur yang dilakukan. Kertas kajian ini juga mencadangkan kajian lanjutan untuk mengukuhkan kerangka konseptual yang dibina.

Kata Kunci: Animasi *talking-head*, *Uncanny-valley*, tahap realistik, emosi.

ABSTRACT

Animation of pedagogical agent *talking-head* are capable of capturing the user's attention and can be used as pedagogical agents in digital learning media. However, *talking-head* animations have the potential to cause emotional disturbance and discomfort to users when the character is designed too realistically. This discomfort is known as the *Uncanny Valley* phenomenon, introduced by Masahiro Mori in 1970 through his research. Therefore, this research will discuss and propose a conceptual framework as a guide for studies related to this issue. This research will discuss the importance of selecting animation characters with the appropriate level of realism to avoid the effects of the *Uncanny Valley* phenomenon. The conceptual framework is built based on theories, principles, and literature reviews conducted. This article also proposes further studies to strengthen the conceptual framework that has been developed.

Keywords: *talking-head animation, Uncanny-valley, realistic level, emotion*



eISSN: 2550-214X © 2024. Published for Ideology Journal by UiTM Press. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>), which permits non-commercial re-use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited, and is not altered, transformed, or built upon in any way.

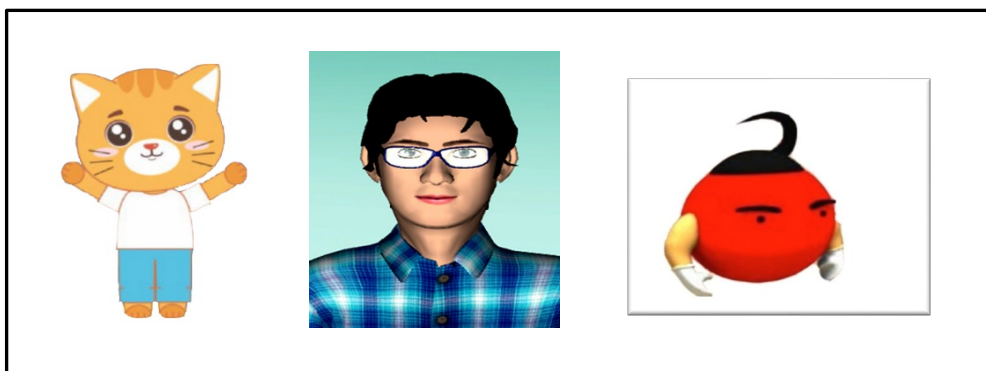
1 PENGENALAN

Kemajuan teknologi komputer khususnya dalam bidang animasi digital telah menjadikan elemen multimedia ini semakin mudah untuk dihasilkan dan penggunaannya telah berkembang ke pelbagai bidang termasuklah bidang pendidikan (Cakmak & Kuhnappel, 2000; Chan, 2015; Kainz et al., 2013). Perkembangan medium ini sebenarnya telah meningkatkan lagi keperluan inovasi terhadap penggunaannya dalam pengajaran dan pembelajaran di bilik kuliah secara berkesan (Chan, 2015; Tu & Chiang, 2016). Terdapat pelbagai strategi persembahan animasi digital yang boleh digunakan sebagai bahan bantu pembelajaran dan antaranya adalah animasi *talking-head*.

Animasi *talking-head* merupakan karakter animasi yang direka bentuk menyamai wajah manusia dan berfungsi menggambarkan pertuturan dengan pergerakan bibir yang disegerakkan (*synchronized*) dengan audio verbal seolah-olah karakter tersebut sedang bercakap atau memberikan penerangan (Ostermann, Chen, & Huang, 1998; Xie, Sun, & Fan, 2014). Animasi *talking-head* kebiasaannya digunakan pada aplikasi-aplikasi interaktif sebagai avatar dalam telepersidangan, aplikasi *virtual reality* dan juga bahan pembelajaran interaktif (Lu et al., 2021). Penggunaan animasi *talking-head* secara betul dan tepat dilihat berupaya memberi kesan yang positif kepada prestasi dan motivasi pelajar dalam proses pembelajaran (Ahmad Zamzuri & Mohd Najib, 2016; Shiban et al., 2015; van der Meij et al., 2015).

2 KARAKTER VIRTUAL TALKING-HEAD

Karakter virtual digunakan dalam pelbagai bidang atau konteks seperti dalam permainan video, avatar dalam aplikasi atas talian, dan karakter dalam bahan pembelajaran multimedia seperti agen pedagogi (Schroeder & Gotch, 2015). Agen pedagogi merupakan karakter virtual yang dipaparkan pada skrin komputer serta berperanan untuk menyampaikan isi kandungan pembelajaran dalam persekitaran multimedia (Kim et al., 2017; Lin et al., 2020; Schroeder, 2017). Agen pedagogi kebiasaannya direka bentuk dalam pelbagai rupa seperti haiwan (Liu et al., 2022), karakter yang menyerupai manusia seperti *talking-head* (Mohammadhasani et al., 2018), dan karakter berbentuk objek (Yung & Paas, 2015) seperti pada Rajah 1. Agen pedagogi *Talking-head* boleh dipersembahkan dalam bentuk yang paling asas iaitu imej statik pada skrin sehinggalah bentuk yang lebih kompleks seperti karakter animasi 3D (Schroeder et al., 2013).



Rajah 1 (Kiri) – karakter menyerupai haiwan (Liu et al., 2022), (Tengah) – *talking-head* (Mohammadhasani et al., 2018), (Kanan) – karakter berbentuk objek (Yung & Paas, 2015)

Animasi *talking-head* berinteraksi dengan pengguna melalui suara atau teks pada skrin (Lin et al., 2020; Unal-Colak & Ozan, 2012; Xie et al., 2014) dan pengaplikasian animasi *talking-head* pada bahan pembelajaran multimedia dilihat mampu untuk mewujudkan persekitaran pembelajaran yang berkesan (Wang & Soong, 2015). Animasi *talking-head* berupaya untuk menarik perhatian pelajar dan melibatkan mereka dalam aktiviti pembelajaran untuk tempoh yang lebih lama serta mewujudkan persekitaran pembelajaran yang menyeronokkan (Unal-Colak & Ozan, 2012) selain memberi kesan yang positif terhadap emosi dan motivasi pelajar (Johnson & Lester, 2016; Tze et al., 2017). Selain dari itu, penggunaan animasi *talking-head* dilihat berkesan untuk membantu pelajar dalam menangani kesan emosi negatif dalam pembelajaran seperti keresahan atau *anxiety* terhadap sesuatu mata pelajaran (Kim et al., 2017).

Walaupun pengaplikasian animasi *talking-head* pada bahan pembelajaran multimedia dilihat memberi banyak kelebihan, namun begitu terdapat juga kajian yang menunjukkan keputusan yang sebaliknya. Saidatul Maizura et al. (2010) telah mengkaji kesan animasi *talking-head* yang berbeza tahap realistik dan mendapati tidak terdapat perubahan yang signifikan kesan animasi *talking-head* yang berbeza tahap realistik terhadap prestasi pembelajaran pelajar. Kajian yang dijalankan oleh (Domagk, 2010) pula mendapati tiada keputusan yang signifikan terhadap emosi bagi kumpulan pelajar yang menggunakan bahan pembelajaran animasi 3D *talking-head* realistik berbanding kumpulan kawalan yang menggunakan bahan pembelajaran berupa teks yang dipersembahkan pada skrin komputer. Manakala, kajian yang dijalankan oleh (Patel & MacDorman, 2015) pula mendapati sampel kajian menilai karakter animasi 3D *talking-head* sebagai pelik dan kelihatan mengerikan.

Hasil keputusan kajian lepas yang tidak konsisten ini menunjukkan bahawa pemilihan karakter animasi *talking-head* yang tepat perlu diberi perhatian semasa mereka bentuk bahan pembelajaran. Ini kerana pemilihan karakter yang tidak sesuai akan memberi kesan terhadap keberkesanan pembelajaran (Domagk, 2010). Peng, Chen, Wang dan Wang (2018) dalam kajian mereka mencadangkan supaya karakter animasi *talking-head* perlulah direka bentuk dengan wajah manusia yang lebih semula jadi dan tidak terlalu realistik. Ini kerana karakter yang direka bentuk kelihatan terlalu realistik seperti manusia sebenar dinilai sebagai kurang meyakinkan oleh pengguna (MacDorman et al., 2009).

3 ANIMASI TALKING-HEAD DAN KESAN TERHADAP EMOSI

Penggunaan karakter *talking-head* yang betul dalam bahan bantu pembelajaran dilihat mampu meningkatkan emosi positif sepanjang proses pembelajaran (Um et al., 2012; Villavicencio & Bernardo, 2013). Namun begitu, apabila karakter animasi *talking-head* yang berbeza tahap realistik diuji, kesan terhadap emosi menunjukkan ke arah yang semakin negatif apabila karakter animasi *talking-head* tersebut direka bentuk pada tahap realistik yang tinggi dan hampir menyerupai manusia sebenar (Tinwell & Sloan, 2014). Ini adalah kerana, karakter yang terlalu realistik memberi gangguan terhadap emosi dan mendatangkan perasaan yang tidak selesa bagi pengguna (MacDorman & Chattopadhyay, 2016; Mori, 2012). Selain itu, karakter realistik seperti animasi *talking-head* 3D juga berupaya untuk mencetus emosi keresahan terhadap pelajar yang menonton karakter tersebut (Peng et al., 2020). Umum mengetahui bahawa emosi memainkan peranan yang signifikan terhadap motivasi di mana emosi positif akan meningkatkan motivasi pelajar untuk terus belajar manakala emosi negatif akan menyebabkan motivasi pelajar menurun dan seterusnya mengelak dari meneruskan pembelajaran (Lei & Cui, 2016; Mega et al., 2014; Pekrun et al., 2002, 2011). Ini secara tidak langsung akan memberi kesan terhadap keberkesanan pembelajaran secara keseluruhannya.

Selain daripada itu, ekspresi pada wajah karakter animasi *talking-head* juga dilihat memberi kesan terhadap emosi pengguna. Ekspresi pada wajah karakter boleh dibahagi kepada beberapa emosi asas iaitu marah, benci, takut, gembira, sedih, terkejut dan emosi neutral (Tinwell & Sloan, 2014). Pengguna melihat ekspresi wajah yang positif seperti gembira sebagai lebih mesra dan mampu untuk memberikan kesan yang positif terhadap emosi berbanding ekspresi wajah karakter yang lain (Liew et al., 2022; Tinwell & Sloan, 2014; Y. Wang et al., 2022). Kajian lampau dilihat tidak banyak menumpukan

terhadap faktor ekspresi dan tahap realistik karakter *talking-head*, terutamanya dalam meningkatkan motivasi dalam pembelajaran.

Dari hasil kajian lampau boleh disimpulkan bahawa karakter *talking-head* realistik memberi kesan negatif terhadap emosi pengguna berbanding dengan karakter *talking-head* yang tidak realistik (Mohd Najib, 2015). Namun begitu, adakah keputusan yang sama akan diperoleh sekiranya karakter animasi *talking-head* pelbagai tahap realistik dengan ekspresi wajah yang positif digunakan? Ini kerana, ekspresi wajah yang positif seperti senyuman berkemungkinan dapat menghilangkan atau mengurangkan kesan negatif terhadap emosi pengguna.

4 KERANGKA TEORI

Kerangka teori kajian ini dibina berdasarkan kepada teori *Control-Value of Achievement Emotions* bagi emosi dalam pembelajaran dan fenomenon *Uncanny Valley*.

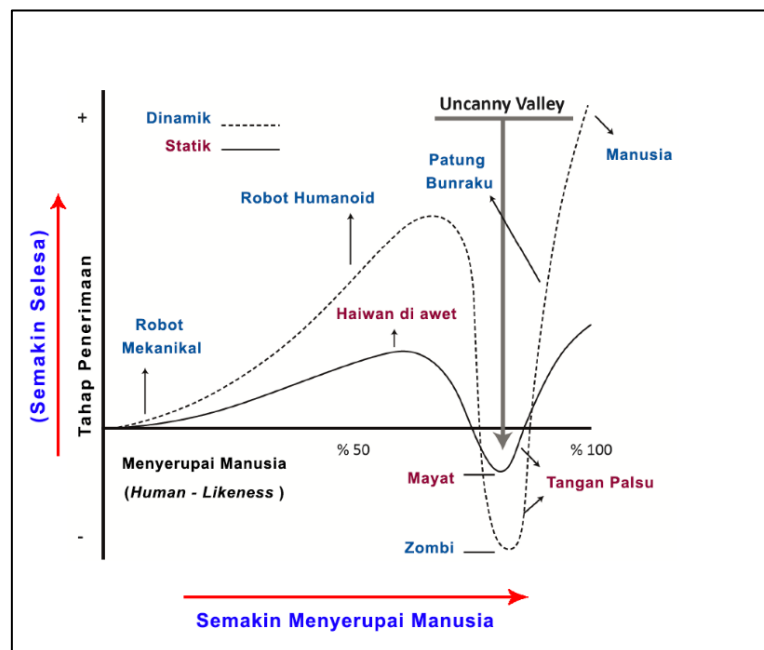
Teori *Control-Value of Achievement Emotions* yang telah dibangunkan oleh (Pekrun, 2006) berfokus terhadap emosi pencapaian dan bertujuan untuk menganalisis penyebab berlakunya perubahan emosi dan kesan emosi yang dialami dalam persekitaran pembelajaran (Muñoz et al., 2016; Pekrun, 2006). Emosi pencapaian merupakan emosi yang dirasai secara langsung oleh pelajar semasa melakukan aktiviti pembelajaran atau emosi yang dirasai oleh pelajar hasil dari pencapaian yang diperoleh dari aktiviti pembelajaran yang telah dilakukan (Artino et al., 2012; Pekrun et al., 2002, 2007; Pekrun & Linnenbrink-Garcia, 2012). Teori *Control-Value of Achievement Emotions* membahagikan emosi pencapaian kepada tiga nilai atau dimensi iaitu tindak balas emosi (positif atau negatif), tahap pengaktifan emosi (mengaktifkan atau menyahaktifkan) serta objek fokus (aktiviti atau hasil pembelajaran) (Artino et al., 2012) dan taksonomi tiga dimensi bagi emosi pencapaian telah dibangunkan berdasarkan dari ketiga-tiga nilai tersebut (Pekrun et al., 2007).

Berdasarkan taksonomi tiga dimensi bagi emosi pencapaian, emosi positif yang dialami oleh pelajar semasa aktiviti pembelajaran berlaku terbahagi kepada dua tahap pengaktifan emosi iaitu mengaktifkan (seronok) dan menyahaktifkan (bersantai). Emosi positif seperti berasa seronok atau gembira semasa melakukan aktiviti pembelajaran dilihat mampu untuk meningkatkan motivasi pelajar manakala emosi negatif seperti bosan dengan aktiviti pembelajaran pula akan menjejaskan motivasi pembelajaran pelajar (Pekrun et al., 2002; Plass & Kalyuga, 2019; Um et al., 2012). Oleh yang demikian, kajian ini akan menumpukan kepada dimensi tindak balas emosi positif (seronok) (seperti pada Rajah 2) serta mengenal pasti tahap realistik karakter yang dapat meningkatkan emosi positif pelajar terhadap pembelajaran.

Objek Fokus (Object Focus)	Positif (Positive)		Negatif (Negative)	
	Mengaktifkan (Activating)	Menyahaktifkan (Deactivating)	Mengaktifkan (Activating)	Menyahaktifkan (Deactivating)
Fokus terhadap Aktiviti (Activity Focus)	- Seronok (Enjoyment)	- Santai (Relaxation)	- Marah (Anger) - Kecewa (Frustration)	- Bosan (Boredom)

Rajah 2 Dimensi tindak balas emosi positif (seronok) berdasarkan teori *Control-Value of Achievement Emotions* (Pekrun et al., 2007)

Teori kedua yang disandarkan dalam kajian ini ada fenomenon *Uncanny Valley*. Fenomenon *Uncanny Valley* menerangkan perkaitan di antara perbezaan tahap realistik karakter terhadap tahap keselesaan dan emosi manusia (Mori, 2012). Fenomenon ini digambarkan melalui graf *Uncanny Valley* seperti pada Rajah 3. Fenomenon *Uncanny Valley* menyatakan bahawa karakter animasi yang terlalu realistik memberikan kesan yang negatif terhadap tahap keselesaan dan emosi pengguna yang menonton karakter tersebut (Lay et al., 2016; MacDorman & Chattopadhyay, 2016; Mori, 2012). Oleh itu, adalah penting untuk memastikan pemilihan karakter animasi dengan tahap realistik yang sesuai dilakukan semasa proses pembangunan kerana kesilapan dalam pemilihan karakter animasi dengan tahap realistik yang bertepatan akan menyebabkan kesan fenomenon *Uncanny Valley* berlaku kepada pengguna (Ahmad Zamzuri & Mohd Najib, 2016; Kaba, 2013; Kunz, 2015). Oleh yang demikian, kajian ini akan mengaplikasikan teori fenomenon *Uncanny Valley* untuk menilai adakah emosi pelajar terhadap karakter animasi *talking-head* memberi kesan terhadap emosi pembelajaran pelajar secara keseluruhannya.



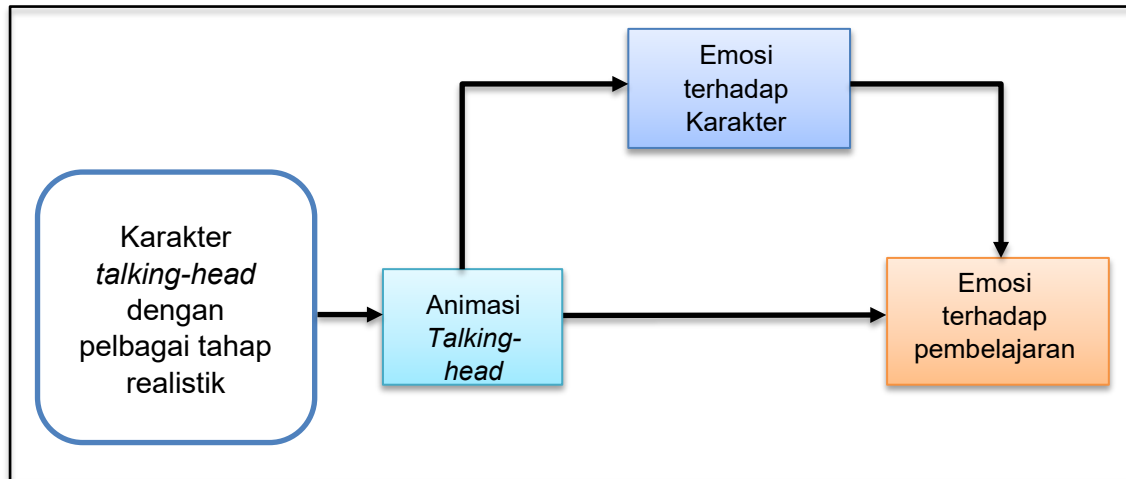
Rajah 3 The Uncanny Valley (Mori, 2012)

5 KERANGKA KONSEPTUAL KAJIAN

Berdasarkan dari tinjauan literatur dan teori yang disandarkan, kajian ini mencadangkan satu kerangka konseptual animasi *talking-head* sebagai agen pedagogi seperti pada Rajah 4. Berdasarkan daripada kerangka konseptual yang dibina, animasi *talking-head* dengan tahap realistik karakter yang betul dilihat dapat memberikan kesan yang signifikan terhadap emosi pembelajaran. Berdasarkan teori *Control-Value of Achievement Emotions* oleh (Pekrun et al., 2007), emosi positif yang dirasai oleh pelajar seperti seronok dan gembira semasa pembelajaran mampu untuk meningkatkan motivasi dan emosi pembelajaran. Emosi positif dilihat mampu untuk meningkatkan motivasi pelajar untuk terus belajar dalam satu tempoh masa yang bermakna. Namun begitu, tahap realistik karakter animasi *talking-head* mungkin menjadi penyebab berlakunya perubahan emosi yang dialami oleh pelajar dalam sesi pembelajaran. Oleh itu, Animasi *talking-head* dengan tahap realistik yang betul dan bersesuaian perlu dikenal pasti.

Reka bentuk karakter yang terlalu realistik akan memberikan kesan yang negatif terhadap tahap keselesaan dan emosi pengguna. Hal ini berlaku kerana kesilapan dalam memilih reka bentuk karakter yang bersesuaian terutamanya pemilihan dari sudut tahap realistik karakter. Berdasarkan dari fenomenon *Uncanny Valley*, tahap realistik karakter merupakan elemen utama yang perlu diberi perhatian semasa mereka bentuk animasi *talking-head* agar gangguan terhadap emosi pengguna dapat

dilakukan. Emosi negatif yang dirasakan pelajar terhadap karakter berkemungkinan akan menyebabkan motivasi pelajar menurun dan seterusnya akan mengelakkan diri dari meneruskan pembelajaran. Ini secara tidak langsung akan memberi kesan kepada emosi pembelajaran pelajar secara keseluruhannya. Selain daripada itu, ekspresi wajah karakter juga perlu diberi perhatian semasa mereka bentuk animasi *talking-head*. Ini kerana pengguna menilai ekspresi wajah yang positif seperti senyuman adalah lebih mesra dan mampu memberikan kesan yang positif terhadap emosi. Sehubungan dengan itu, emosi pelajar terhadap karakter animasi *talking-head* yang menunjukkan ekspresi muka yang positif perlu dikenal pasti dan seterusnya melihat adakah emosi pelajar terhadap karakter mempengaruhi emosi pembelajaran mereka.



Rajah 4 Kerangka Konseptual Kajian Yang Dicadangkan

6 KESIMPULAN

Animasi *talking-head* dilihat mempunyai potensi untuk dibangunkan sebagai bahan bantu pembelajaran yang dinamik. Inovasi bahan bantu pembelajaran sebegini mampu memberi ruang kepada tenaga pengajar atau pensyarah untuk mempelbagaikan kaedah pengajaran di dalam kelas. Namun begitu, kesilapan dalam pembangunan animasi khususnya pemilihan karakter animasi dengan tahap realistik yang sesuai akan memberi kesan yang negatif kepada pelajar terutamanya emosi terhadap pembelajaran pelajar. Oleh itu, kajian ini akan menilai kesan penggunaan karakter animasi *talking-head* yang berbeza tahap realistik terhadap emosi pembelajaran pelajar. Penilaian ini akan mengukur kesan emosi pelajar terhadap karakter animasi dan seterusnya melihat adakah kesan emosi terhadap tahap realistik karakter ini mempengaruhi emosi pelajar terhadap pembelajaran. Keputusan dari kajian terhadap penggunaan animasi *talking-head* ini diharapkan dapat menjadi panduan dalam pemilihan karakter yang paling sesuai agar mampu memberi kesan yang positif terhadap emosi pembelajaran pelajar.

PENGHARGAAN

Sekalung penghargaan dan terima kasih kepada Fakulti Pembangunan Manusia, Universiti Pendidikan Sultan Idris, Perak, Malaysia.

PEMBIAYAAN

Kajian ini tidak menerima pembiayaan atau geran penyelidikan dari mana-mana pihak.

SUMBANGAN PENULIS

Muhammad Ihsan Rokeman, Ahmad Zamzuri Mohamad Ali dan Mohd Khairulnizam Ramlie bersama-sama menyumbang untuk pengumpulan data, kajian literatur, serta penulisan manuskrip kajian.

KONFLIK KEPENTINGAN

Pengarang mengisytiharkan tiada potensi konflik kepentingan berkenaan dengan penyelidikan dan penerbitan artikel ini

RUJUKAN

- Ahmad Zamzuri, M. A., & Mohd Najib, H. (2016). The Effects of talking-head with various realism levels on students' emotions in learning. *Journal of Educational Computing Research*, 55(3), 429–443. <https://doi.org/10.1177/0735633116672057>
- Artino, A. R., Holmboe, E. S., & Durning, S. J. (2012). Control-value theory: Using achievement emotions to improve understanding of motivation, learning, and performance in medical education: AMEE Guide No. 64. *Medical Teacher*, 34(3), e148–e160. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2012.651515>
- Cakmak, H. K., & Kuhnappel, U. (2000). Animation and simulation techniques for VR-training systems in endoscopic surgery. *Computer Animation and Simulation 2000. Proceedings of the Eurographics Workshop. Eurographics*, 173.
- Chan, C. K. Y. (2015). Use of animation in engaging teachers and students in assessment in Hong Kong higher education. *Innovations in Education and Teaching International*, 52(5), 474–484. <https://doi.org/10.1080/14703297.2013.847795>
- Domagk, S. (2010). Do pedagogical agents facilitate learner motivation and learning outcomes? *Journal of Media Psychology*, 22(2), 82–95. <https://doi.org/10.1027/1864-1105/a000011>
- Johnson, W. L., & Lester, J. C. (2016). Face-to-face interaction with pedagogical agents, twenty years later. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(1), 25–36. <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0065-9>
- Kaba, F. (2013). Hyper-realistic characters and the existence of the uncanny valley in animation films. *International Review of Social Sciences and Humanities*, 4(2), 188–195. <https://pdfs.semanticscholar.org/65e2/c0475bdac798cd80c13c5e2e318d01252229.pdf>
- Kainz, O., Jakab, F., & Kardos, S. (2013). The computer animation in education. *International Conference on Emerging ELearning Technologies and Applications*, 201–206. <https://doi.org/10.1109/ICETA.2013.6674428>
- Kim, Y., Thayne, J., & Wei, Q. (2017). An embodied agent helps anxious students in mathematics learning. *Educational Technology Research and Development*, 65(1), 219–235. <https://doi.org/10.1007/s11423-016-9476-z>
- Kunz, S. (2015). The problem of realism in animated characters – has the uncanny valley been crossed? *International Conference in Illustration & Animation*, 74–86.
- Lay, S., Brace, N., Pike, G., & Pollick, F. (2016). Circling around the uncanny valley: Design principles for research into the relation between human likeness and eeriness. *I-Perception*, 7(6), 1–11. <https://doi.org/10.1177/2041669516681309>
- Lei, H., & Cui, Y. (2016). Effects of academic emotions on achievement among mainland chinese students: A meta-analysis. *Social Behavior and Personality*, 44(9), 1541–1554. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.2224/sbp.2016.44.9.1541>
- Liew, T. W., Tan, S. M., & Kew, S. N. (2022). Can an angry pedagogical agent enhance mental effort and learning performance in a multimedia learning environment? *Information and Learning Science*, 123(9–10), 555–576. <https://doi.org/10.1108/ILS-09-2021-0079>
- Lin, L., Ginns, P., Wang, T., & Zhang, P. (2020). Using a pedagogical agent to deliver conversational style instruction: What benefits can you obtain? *Computers and Education*, 143. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103658>

- Liu, C., Chen, H., Zhou, F., Chiang, C. H., Chen, Y. L., Wu, K., Huang, D. H., Liu, C. Y., & Chiou, W. K. (2022). Effects of animated pedagogical agent-guided loving-kindness meditation on flight attendants' spirituality, mindfulness, subjective wellbeing, and social presence. *Frontiers in Psychology, 13*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.894220>
- Lu, Y., Chai, J., & Cao, X. (2021). Live speech portraits: Real-time photorealistic talking-head animation. *ACM Transactions on Graphics, 40*(6). <https://doi.org/10.1145/3478513.3480484>
- MacDorman, K. F., & Chattopadhyay, D. (2016). Reducing consistency in human realism increases the uncanny valley effect; increasing category uncertainty does not. *Cognition, 146*, 190–205. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2015.09.019>
- MacDorman, K. F., Green, R. D., Ho, C. C., & Koch, C. T. (2009). Too real for comfort? Uncanny responses to computer generated faces. *Computers in Human Behavior, 25*(3), 695–710. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2008.12.026>
- Mega, C., Ronconi, L., & De Beni, R. (2014). What makes a good student? How emotions, self-regulated learning, and motivation contribute to academic achievement. *Journal of Educational Psychology, 106*(1), 121–131. <https://doi.org/10.1037/a0033546>
- Mohammadhasani, N., Fardanesh, H., Hatami, J., Mozayani, N., & Fabio, R. A. (2018). The pedagogical agent enhances mathematics learning in ADHD students. *Education and Information Technologies, 23*(6), 2299–2308. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9710-x>
- Mori, M. (2012). The uncanny valley (K. F. MacDorman & N. Kageki, Trans.). *IEEE Robotics and Automation Magazine, 19*(2), 98–100. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1109/MRA.2012.2192811>
- Muñoz, K., Noguez, J., Neri, L., Kevitt, P. M., & Lunney, T. (2016). A computational model of learners achievement emotions using control-value theory. *Educational Technology and Society, 19*(2), 42–56.
- Ostermann, J., Chen, L. S., & Huang, T. S. (1998). Animated talking head with personalized 3D head model. *Journal of VLSI Signal Processing, 20*(1), 97–105. <https://doi.org/10.1023/A:1008070323952>
- Patel, H., & MacDorman, K. F. (2015). Sending an avatar to do a human's job: Compliance with authority persists despite the uncanny valley. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments, 24*(1), 1–23. <https://doi.org/10.1162/PRES>
- Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review, 18*(4), 315–341. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>
- Pekrun, R., Frenzel, A. C., Goetz, T., & Perry, R. P. (2007). The control-value theory of achievement emotions. In P. A. Schutz & R. Pekrun (Eds.), *Emotion in Education* (pp. 13–36). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-012372545-5/50003-4>
- Pekrun, R., Goetz, T., Frenzel, A. C., Barchfeld, P., & Perry, R. P. (2011). Measuring emotions in students' learning and performance: The achievement emotions questionnaire (AEQ). *Contemporary Educational Psychology, 36*(1), 36–48. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2010.10.002>
- Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W., & Perry, R. P. (2002). Academic emotions in students' self-regulated learning and achievement: A program of qualitative and quantitative research. *Educational Psychologist, 37*(2), 91–106. <https://doi.org/10.1207/S15326985EP3702>
- Pekrun, R., & Linnenbrink-Garcia, L. (2012). Academic emotions and student engagement. In S. L. Christenson, A. L. Reschly, & C. Wylie (Eds.), *Handbook of Research on Student Engagement* (Vol. 7, Issue 2, pp. 259–282). Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2018-7>
- Peng, X., Chen, H., Wang, L., Tian, F., & Wang, H. (2020). Talking head-based L2 pronunciation training: Impact on achievement emotions, cognitive load, and their relationships with learning performance. *International Journal of Human-Computer Interaction, 36*(16), 1487–1502. <https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1752476>
- Peng, X., Chen, H., Wang, L., & Wang, H. (2018). Evaluating a 3-D virtual talking head on pronunciation learning. *International Journal of Human Computer Studies, 109*, 26–40. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2017.08.001>

- Plass, J. L., & Kalyuga, S. (2019). Four ways of considering emotion in cognitive load theory. In *Educational Psychology Review* (Vol. 31, Issue 2, pp. 339–359). Springer New York LLC. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09473-5>
- Saidatul Maizura, S., Farah, M. Z., Nabila, A. N. K., Noorizdayantie, S., Zuraidah, A. R., Omar, M., Hanafi, A., Fong, S. F., & Wong, S. L. (2010). The pedagogical agent in online learning : Effects of the degree of realism on achievement in terms of gender. *Contemporary Educational Technology, 1*(2), 175–185. <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/252129>
- Schroeder, N. L. (2017). The influence of a pedagogical agent on learners' cognitive load. *Educational Technology and Society, 20*(4), 138–147. <https://doi.org/10.1159/000356448>
- Schroeder, N. L., Adesope, O. O., & Gilbert, R. B. (2013). How effective are pedagogical agents for learning? A meta-analytic review. *Journal of Educational Computing Research, 49*(1), 1–39. <https://doi.org/10.2190/EC.49.1.a>
- Schroeder, N. L., & Gotch, C. M. (2015). Persisting issues in pedagogical agent research. *Journal of Educational Computing Research, 53*(2), 183–204. <https://doi.org/10.1177/0735633115597625>
- Shiban, Y., Schelhorn, I., Jobst, V., Hörnlein, A., Puppe, F., Pauli, P., & Mühlberger, A. (2015). The appearance effect: Influences of virtual agent features on performance and motivation. *Computers in Human Behavior, 49*, 5–11. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.01.077>
- Tinwell, A., & Sloan, R. J. S. (2014). Children's perception of uncanny human-like virtual characters. *Computers in Human Behavior, 36*, 286–296. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.03.073>
- Tu, J. C., & Chiang, Y. H. (2016). The influence of design strategy of peer learning on 3-D software learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 12*(5), 1263–1271. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1511a>
- Tze, W. L., Nor Azan, M. Z., & Noraidah, S. (2017). Exploring the affective, motivational and cognitive effects of pedagogical agent enthusiasm in a multimedia learning environment. *Human-Centric Computing and Information Sciences, 7*(9), 1–21. <https://doi.org/10.1186/s13673-017-0089-2>
- Um, E., Plass, J. L., Hayward, E. O., & Homer, B. D. (2012). Emotional design in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology, 104*(2), 485–498. <https://doi.org/10.1037/a0026609>
- Unal-Colak, F., & Ozan, O. (2012). The effects of animated agents on students' achievement and attitudes. *Turkish Online Journal of Distance Education, 13*(2), 96–111. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ983643.pdf>
- van der Meij, H., van der Meij, J., & Harmsen, R. (2015). Animated pedagogical agents effects on enhancing student motivation and learning in a science inquiry learning environment. *Educational Technology Research and Development, 63*(3), 381–403. <https://doi.org/10.1007/s11423-015-9378-5>
- Villavicencio, F. T., & Bernardo, A. B. I. (2013). Positive academic emotions moderate the relationship between self-regulation and academic achievement. *British Journal of Educational Psychology, 83*(2), 329–340. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.2012.02064.x>
- Wang, L., & Soong, F. K. (2015). HMM trajectory-guided sample selection for photo-realistic talking head. *Multimedia Tools and Applications, 74*(22), 9849–9869. <https://doi.org/10.1007/s11042-014-2118-8>
- Wang, Y., Feng, X., Guo, J., Gong, S., Wu, Y., & Wang, J. (2022). Benefits of Affective Pedagogical Agents in Multimedia Instruction. *Frontiers in Psychology, 12*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.797236>
- Xie, L., Sun, N., & Fan, B. (2014). A statistical parametric approach to video-realistic text-driven talking avatar. *Multimedia Tools and Applications, 73*(1), 377–396. <https://doi.org/10.1007/s11042-013-1633-3>
- Yung, H. I., & Paas, F. (2015). Effects of cueing by a pedagogical agent in an instructional animation: A cognitive load approach. *Educational Technology and Society, 18*(3), 153–160. <https://doi.org/10.1192/apt.11.6.398>