

Modelo de espacio vectorial como método de selección de expresiones gestuales de un agente virtual creíble

Melissa Castillo-Pérez, María Lucila Morales-Rodríguez,
Claudia Gómez-Santillán, Laura Cruz-Reyes, Nelson Rangel-Valdez

Instituto Tecnológico de Ciudad Madero,
México

{G19073014, lucila.mr}@cdmadero.tecnm.mx, {claudia.gomez,
lauracruzreyes, nelson.rangel}@itcm.edu.mx

Resumen. En el desarrollo de agentes virtuales se busca que estos sean creíbles y que el usuario se sienta inmerso en el mundo virtual. En la literatura se describen las características de un agente virtual creíble, por ejemplo, la capacidad de interactuar por medio de la comunicación verbal o no verbal (CNV). La expresión gestual es uno de los componentes de la CNV que permite reforzar el diálogo y su ejecución es influida por la personalidad y el estado emocional. Simular la CNV es complicado, ya que existen diferentes factores que hacen que la interpretación y la presentación del gesto sean variadas. Este artículo presenta una arquitectura para la selección de expresiones gestuales creíbles que ilustren el diálogo de tal forma que se puedan personalizar con el estado emocional y personalidad del agente. Para esto se propone utilizar el modelo de espacio vectorial, el cual se adaptó para permitir el ordenamiento de un conjunto de gestos en función de las palabras clave del diálogo.

Palabras clave: Agente virtual creíble, selección, diálogo, expresión gestual, modelo de espacio vectorial.

Vector Space Model as a Method of Selection of Gestural Expressions of a Believable Agent

Abstract. The aim of developing Believable Agents is to make the user feel immersed in the virtual world. The characteristics of them are described in the literature, for example, the ability to interact through verbal or non-verbal communication (NVC). Gesture expression is a component of NVC that reinforces dialogue and its execution is influenced by personality and emotional state. Simulating NVC is complicated because there are different factors that make interpretation and presentation of the gesture varied. This paper presents an architecture for credible gesture selection that illustrate the dialogue and therefore can be personalized with the agent's emotional state and personality. For this, it is proposed to use the Vector Space Model which was adapted to allow the ordering a set of gestures based on the key words in the dialogue.

Keywords: Believable agent, selection, dialogue, gesture expression, vector space model.

1. Introducción

Un agente virtual es un software que cuenta con cierto grado de autonomía en sus acciones, también es capaz de comunicarse con otros agentes y trabaja en beneficio de un usuario en particular [1]. La aplicación de los agentes virtuales se puede dar en diferentes áreas como los videojuegos, la educación, los servicios en línea, la asistencia médica, etc. lo que permitirá la creación de entornos de simulación que puedan apoyar el aprendizaje. Para ello se busca que el desarrollo de estos agentes sea creíble y así el usuario interactúe con ellos y se abstraiga de la realidad.

Para que un agente logre ser creíble y provoque una sensación de inmersión este debe ser capaz de reproducir el comportamiento del ser humano, debe poder comunicarse de forma verbal y/o no verbal [2]. De acuerdo con [3] es posible crear agentes virtuales creíbles imitando la comunicación no verbal (CNV) considerando la expresión de la emoción y la personalidad. Lo complicado de imitar la CNV del ser humano es que existen diferentes factores que hacen que la interpretación de la CNV sea variada, por ejemplo, algunos de estos factores son el estado de ánimo, la personalidad o el contexto, estos se encuentran en constante cambio por lo que pueden afectar tanto a la interpretación como a la forma en la que los gestos son realizados, esto hace que la tarea de simular la CNV aumenta su dificultad.

Debido a que esta tarea resulta muy extensa, este artículo sólo estará enfocado a la arquitectura de selección de expresiones gestuales en función del diálogo del agente. Esta arquitectura cuenta con una base de gestos caracterizados por palabras clave a fin de utilizar el Modelo de Espacio Vectorial. Éste modelo forma parte de los modelos de Recuperación de Información y son mayormente utilizados para la Búsqueda Web.

Con la aplicación de este modelo se busca ordenar los gestos en función de la relevancia que tienen con relación a las palabras clave del diálogo, una vez ordenados se selecciona el gesto con mayor relevancia. Debido a la manera en la que se caracterizan los gestos es posible adaptar el modelo de espacio vectorial para la selección de expresiones gestuales en función del diálogo.

2. Trabajos relacionados

2.1. Comunicación no verbal en agentes virtuales

En [4] se menciona que a los agentes virtuales que cuentan con apariencia humana se les asocia con capacidades comunicativas, emocionales y sociales, ya que son capaces de utilizar expresiones faciales y gestuales que acompañan el diálogo. Estas características permiten que el uso de agentes virtuales sea de provecho para la interacción hombre máquina, por ejemplo, la CNV en los agentes virtuales puede influir en como son percibidos, apoyando a la creación de entornos de simulación que puedan apoyar al aprendizaje.

En [5] se presenta un estudio donde se buscaba evaluar como la apariencia y el comportamiento no verbal de un agente virtual afectan a la forma en la que el usuario percibe la amabilidad y la competencia del agente, en dicho estudio se determinó que el usuario se ve influenciado por el uso de la CNV para determinar si el agente virtual

es competente, mientras que la apariencia del agente parece ser un factor para determinar la amabilidad del mismo.

Por otra parte, en [6] se estudió el efecto que tiene el comportamiento no verbal dominante y el no dominante de un agente virtual, a este estudio se sometieron participantes jóvenes y participantes adultos, en donde se presentó que los adultos fueron persuadidos por el agente que hacía uso del comportamiento no verbal dominante y generalmente lo evaluaron de manera positiva a comparación de los participantes jóvenes. En ambos casos se puede observar que el uso de la CNV en agentes virtuales ayuda a reflejar la intención del agente e incluso parte de la personalidad del mismo.

2.2 Selección de expresiones corporales en agentes virtuales

Cada agente virtual cuenta con una arquitectura, la cual establece los procesos por los cuales el agente debe pasar para generar una respuesta acorde a la información que obtiene de la interacción con su medio ambiente.

Existen diferentes tipos de arquitecturas pero en todas existen módulos que se encargan de tareas específicas, estos módulos trabajan en conjunto para cumplir el objetivo del agente [7]. Para la arquitectura de un agente virtual creíble es importante contar con un módulo encargado del comportamiento no verbal, por lo general en este módulo se seleccionan los gestos, las posturas y/o las expresiones faciales en función de ciertos factores.

En [8] se presenta una arquitectura que fue desarrollada como un sistema de exposición para un museo donde dos personajes virtuales conversacionales asisten a los visitantes con información sobre los temas referentes al museo. Esta arquitectura permite la construcción de personajes capaces de generar expresiones corporales sincronizadas con el diálogo. La selección de expresiones no verbales se logró a través de reglas simples IF-THEN, también se consideró la posibilidad de que el personaje aprendiera nuevas reglas por medio de clustering.

La arquitectura recibía información del visitante por medio de cámaras y etiquetas, lo que después se interpretan como eventos y dentro del proceso cognitivo del agente se seleccionaba el diálogo según el evento dado, posteriormente una versión del diálogo se enviaba al generador de acciones no verbales para la aplicación de las reglas del gesto y así seleccionar un gesto apropiado para el diálogo.

En [9] también se presenta una arquitectura basada en reglas para la selección de expresiones no verbales, en este caso se analizaron videoclips de personas conversando para la extracción de reglas. La arquitectura cuenta con un módulo para la generación del comportamiento no verbal (NVB Generator), el módulo recibe el mensaje XML de entrada y registra la información afectiva del agente y extrae el texto del diálogo.

Después el diálogo es analizado para obtener la estructura semántica del enunciado y dado el resultado junto con las reglas de generación del comportamiento el módulo selecciona el comportamiento no verbal apropiado, una vez hecho esto, el comportamiento se modifica con la información afectiva del agente. De ambos trabajos se puede resaltar que a pesar de que no en ambos se tomó en cuenta el estado afectivo para la presentación del comportamiento no verbal, si se consideró el diálogo para la selección del gesto.

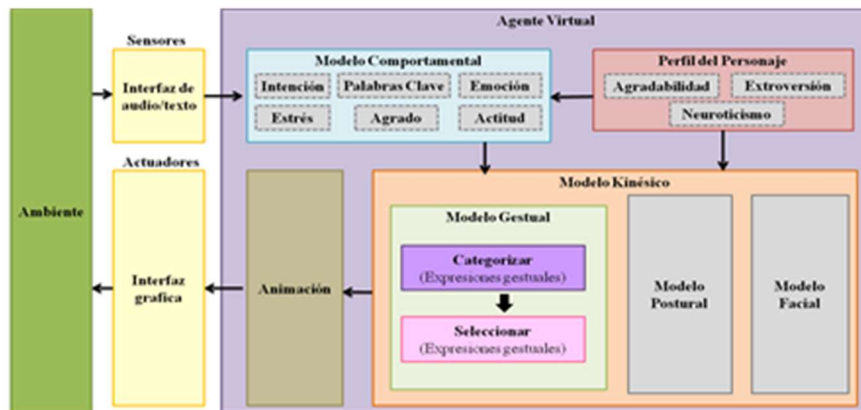


Fig. 1. Arquitectura propuesta para un agente virtual creíble.

En el siguiente punto se propone la utilización del Modelo de Espacio Vectorial para la selección del gesto de un agente virtual en función del diálogo, lo que permitirá que la información necesaria para realizar la selección del gesto se encuentre en la base de conocimientos y no en el código del agente, como sería el caso del uso de reglas.

3. Modelo de espacio vectorial para la selección de expresiones creíbles

3.1. Arquitectura propuesta para un agente virtual creíble

En Fig. 1 se muestra la propuesta de una arquitectura que busca generar agentes virtuales creíbles a través de dotar al agente con la capacidad de poder comunicarse por medio de la expresión no verbal. En esta arquitectura se presenta un módulo encargado de generar el comportamiento no verbal del agente, también cuenta con un módulo encargado de la personalidad y el estado emocional del agente.

El Modelo Comportamental recibirá información del ambiente por medio de la interfaz de audio/texto y después de un proceso cognitivo este generará los atributos mostrados en la Fig. 1; el Perfil del Personaje se encargará de almacenar los rasgos importantes de la personalidad del agente. Estos dos componentes proveerán de información al Modelo Kinésico, el cual se encargará de tomar los atributos antes mencionados para general una respuesta no verbal.

Este trabajo se centra en el Modelo Kinésico, el cual está integrado por 3 modelos que se encargan de seleccionar la comunicación no verbal. El Modelo Gestual seleccionará los movimientos hechos por las manos, el Modelo Postural seleccionará la postura del cuerpo acorde al estado emocional y personalidad del agente y el Modelo Facial seleccionará la expresión facial correspondiente al estado emocional y la personalidad del agente. El Modelo Gestual y el Modelo Postural trabajan con las mismas partes del cuerpo (manos y brazos) lo que podría provocar que la ejecución del gesto se vea afectada por la postura del agente. Por lo que es necesario se considere la

implementación de un modelo de integración. De los procesos que se realizarán en el Modelo Gestual el más importante es la selección del gesto, para esto se debe tener un conjunto de *gestos caracterizados por sus palabras clave*.

El Modelo Gestual recibirá un conjunto de palabras clave extraídas del acto ilocutivo que se quiere comunicar a través del dialogo, el cual será la consulta y se deberá buscar dentro del conjunto de gestos ya conocidos si existe alguno que comparta similitud con la consulta. Para esto se propone utilizar el Modelo de Espacio Vectorial, ya que permitirá ordenar el conjunto de gestos considerando la similitud de cada gesto con el conjunto de palabras clave.

3.2. Modelo de espacio vectorial para la selección del gesto

Los modelos de Recuperación de Información (IR) buscan reducir un conjunto de documentos en función de la relevancia que tengan con la consulta dada. Estos modelos se suelen utilizar en el área de Búsqueda Web, donde el método ayuda al usuario a encontrar la información necesaria dentro de un conjunto grande de documentos de texto [10]. Dentro de los modelos IR se encuentran el Modelo Booleano (Boolean Model), el Modelo de Espacio Vectorial (Vector Space Model) y el Modelo de Lenguaje (Language Model), cada modelo representa de manera diferente los documentos y las consultas, pero siguen una misma estructura, por ejemplo:

- Cada documento o consulta son tratados como un conjunto de palabras o términos.
- Un término es simplemente una palabra cuya semántica sólo ayuda a recordar los temas principales del documento.
- La secuencia de los términos en una oración o en un documento no se toma en cuenta.
- Existe una colección de documentos D , donde cada documento d_j se representa con un vector de términos: $d_j = \{w_{1j}, w_{2j}, \dots, w_{|V|j}\}$.
- A cada término se le asocia un peso. Un peso $w_{ij} > 0$ es asociado a cada término t_i de un documento d_j que pertenezca a D . Para cada término que no aparezca en el documento d_j , $w_{ij} = 0$.
- En cada modelo el peso (w_{ij}) se calcula de manera diferente.
- Se tiene un vocabulario V que es el conjunto de distintos términos de la colección, $V = \{t_1, t_2, \dots, t_{|V|}\}$ donde $|V|$ es el número de términos en V .

El propósito de este artículo es trabajar con el Modelo de Espacio Vectorial para la selección de gestos, por lo que a continuación se describirán los elementos principales para su implementación.

Como primer punto, se debe conocer cómo se interpreta un documento en este modelo. Un documento se representa como un vector de pesos, en donde el peso de cada componente se calcula en función de alguna variación del esquema de Frecuencia de Término (TF) o del esquema de Frecuencia de Término y Frecuencia Inversa del Documento (TF-IDF). Para el primer esquema, el peso de un término t_i en el documento d_j corresponde al número de veces que t_i aparece en d_j y se indica con f_{ij} . Para calcular

Tabla 1. Caracterización de la colección de gestos en base a 6 palabras clave e intención.

Alto	Bajo	Persona	Personas	Derecha	Objeto	Intención	ID
1	0	0	0	0	0	200	G1
0	1	0	0	0	0	200	G2
0	0	1	1	1	0	100	G3
0	0	0	0	1	1	100	G4

Tabla 2. Caracterización del acto del habla que se quiere expresar.

Alto	Bajo	Persona	Personas	Derecha	Objeto	Intención
0	0	1	0	1	0	100

el esquema TF-IDF existen variaciones pero en [10] describen el más básico, el cual está dado por la ecuación 1:

$$w_{ij} = tf_{ij} \times idf_i \tag{1}$$

donde tf_{ij} es la frecuencia del término t_i en el documento d_j y se calcula por la ecuación 2. Sea f_{ij} la frecuencia del término t_i en el documento d_j y el máximo se calcula sobre todos los términos que aparecen en d_j . Si t_i no aparece en d_j , entonces $tf_{ij}=0$.

$$tf_{ij} = \frac{f_{ij}}{\max \{f_{i1}, f_{i2}, \dots, f_{i|V|}\}} \tag{2}$$

Por otro lado, idf_i es la frecuencia inversa del término t_i está dada por la ecuación

$$idf_i = \log \frac{N}{df_i} \tag{3}$$

donde N es el número total de documentos de la colección y df_i el número de documentos en los que el termino t_i aparece al menos una vez.

La consulta q se representa de la misma manera que un documento de la colección. Para calcular el peso de cada término t_i en q se usará la ecuación 4 utilizada en [11]. Donde f_{iq} es la frecuencia del término t_i en la consulta, idf_i es la frecuencia inversa del término t_i , la frecuencia máxima en la consulta:

$$w_{iq} = \left(\frac{f_{iq}}{\max \{f_{i1q}, f_{i2q}, \dots, f_{i|V|q}\}} \right) \times idf_i \tag{4}$$

Una de las formas de calcular el grado de relevancia es calculando la similitud de la consulta q con cada documento d_j en la colección de documentos D . Existen varias medidas de similitud, la más conocida es la similitud de coseno, que es el coseno del ángulo entre el vector de la consulta q y el vector del documento d_j . Para calcular el coseno de similitud entre d_j y q se debe seguir la ecuación 5:

$$\text{coseno}(d_j, q) = \frac{\sum_{i=1}^{|V|} w_{ij} \times w_{iq}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{|V|} w_{ij}^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^{|V|} w_{iq}^2}} \tag{5}$$

Una vez presentados los componentes del Modelo de Espacio Vectorial se describe la información que pasará a ser la colección de documentos y la consulta en el modelo. Para representar la colección de documentos se utilizará un conjunto de gestos recopilados de [12] y de [13], donde se seleccionaron 53 gestos en total, para la selección se tomó en cuenta que el gesto fuera un gesto icónico o un gesto deíctico. De estos gestos se consideraron las palabras clave, la intención, las partes del cuerpo que lo configuran.

Para conformar el conjunto de gestos con el que trabajará el modelo se tomaron todas las palabras claves que aparecen en todos los gestos y cada una se consideró como un atributo en una tabla, seguidas de la intención del gesto y un identificador para cada gesto (ID), cada renglón de la tabla representa un gesto y las celdas de las palabras clave se marcan con un 1 si la palabra clave se encuentra en el gesto y un 0 en caso contrario; en la celda de la intención se toman en cuenta dos valores, si el gesto es deíctico su intención es indicar por lo que se le asigna un valor de 100 y en caso de ser un gesto icónico su intención es ilustrar por lo que se le asigna un valor de 200.

En la tabla 1 se puede observar un ejemplo de cómo sería la colección de gestos. Los gestos que se presentan en la tabla son algunos de los que estarán presentes en la base de conocimientos del Modelo Gestual. Para poder seleccionar un gesto de esa base de conocimientos el modelo necesitará una consulta, la cual recibirá del Modelo Comportamental. Esta consulta estará caracterizada por las palabras clave del diálogo del agente y la intención del diálogo.

En la tabla 2 se muestra un ejemplo de lo que recibirá el modelo gestual. Teniendo caracterizado el conjunto de gestos y la consulta el primer paso es filtrar el conjunto de gesto por la intención dada en la consulta, esto con el fin de que al momento de aplicar el modelo de espacio vectorial solo se tomen en cuenta los gestos que coincidan con la intención que se está solicitando, una vez filtrado se puede aplicar el modelo para calcular la similitud que hay entre los gestos y la consulta. Al finalizar, los gestos podrán ordenarse de mayor a menor con relación a la similitud obtenida, de esta manera se podrá seleccionar el gesto que se encuentre en primer lugar. Este proceso se ilustra en la Fig. 2.

3.3. Experimentación y resultados

Se evaluó el desempeño del método descrito con anterioridad para seleccionar un gesto considerando las palabras clave del diálogo del agente. Para la evaluación se generaron 18 consultas diferentes. Cada consulta representa a las palabras clave del diálogo que se desea expresar y considerando el conjunto de gestos que se encuentra en la base de conocimiento del agente, se le asignó a cada consulta un gesto esperado.

La definición del gesto esperado fue dada por las palabras clave de la consulta, dentro del conjunto de gestos se buscó el ID de los gestos que tuvieran asociadas las palabras clave de dicha consulta y él o los gestos encontrados pasarían a ser el gesto o gestos esperados.

Posteriormente a cada consulta se le asignó un gesto utilizando el Modelo de Espacio Vectorial, para después comparar los gestos asignados contra los gestos esperados de las consultas.

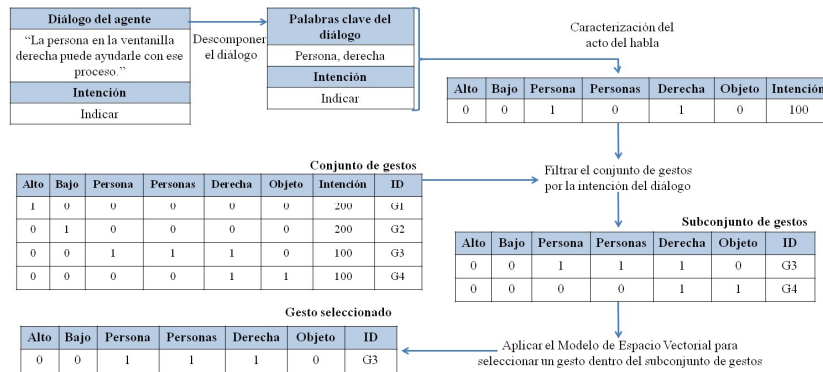


Fig. 2. Proceso de selección gestual.

Tabla 3. Comparación de resultados de la experimentación.

Consulta	Gesto esperado	Gesto Asignado	Consulta	Gesto esperado	Gesto Asignado
1	G6	G6	10	G9	G9
2	G5	G5	11	G40	G40
3	G40	G40	12	G24	G24
4	G12	G12	13	G26	G26
5	G51	G51	14	G49	G49
6	G8	G8	15	G21	G21
7	G25	G25	16	G7	G7
8	G2	G2	17	G6	G30
9	G12	G15	18	G1	G1

En la tabla 3 se muestra dicha comparación, se presenta el número de consulta, el ID del gesto esperado y el ID del gesto asignado. El modelo acertó un total de 16 asignaciones de gestos, obteniendo un 89% de eficacia.

4. Conclusiones y trabajo a futuro

En resumen, el hecho de que un agente virtual sea capaz de expresarse por medio de la CNV contribuye a que se le considere creíble y sea de gran apoyo para mejorar la comunicación hombre-máquina, debido a esto, en este artículo se propone seleccionar el comportamiento no verbal de un agente virtual a través del Modelo de Espacio Vectorial en función del diálogo.

A pesar de que este modelo pertenece a los modelos de Recuperación de Información y es mayormente utilizado para el ámbito de Búsqueda Web, en este artículo se ha

demostrado que también se puede emplear para la selección de expresiones gestuales en agentes virtuales debido a la manera en la que se han caracterizado los gestos.

Los gestos se caracterizaron por medio de las palabras clave que lo representan, las cuales pasarían a ser los términos del documento en el modelo de espacio vectorial, de esta manera fue posible ajustar el modelo a la selección del gesto. El modelo permitió ordenar el conjunto de gestos en función de la similitud que tenían con las palabras clave del diálogo, debido a esto se seleccionó, en su mayoría, el gesto esperado a las consultas de prueba. A pesar de que el modelo presentó un buen desempeño, el conjunto de gestos y el conjunto de consultas se pueden considerar como conjuntos pequeños, por esto se planea robustecer ambos conjuntos y evaluar que el rendimiento hasta ahora presentado no decaiga.

Por otra parte, la CNV no sólo está integrada por las intenciones del diálogo, también se necesita que el agente sea capaz de expresar personalidad y emoción. Por lo que en el futuro se planea modificar la forma en la que el gesto es ejecutado o presentado considerando el estado emocional y el perfil de personalidad del agente. Para esta tarea se considera adaptar las 6 dimensiones del movimiento que se estudian en la literatura [14, 15, 16, 17], las cuales buscan describir el movimiento a través de características como la amplitud, la velocidad, etc.

Estas dimensiones del movimiento se caracterizarán por medio de atributos emocionales y los rasgos de personalidad para determinar las dimensiones del movimiento que le corresponden a una cierta emoción y personalidad, lo que ayudaría al proceso de personalizar el gesto seleccionado. Por ejemplo, si a una emoción “x” le corresponde una amplitud del movimiento larga, el gesto seleccionado deberá ser amplio (despegando él o los brazos del trozo). Permitiendo que el comportamiento no verbal generado por el agente sea creíble.

Agradecimientos. El autor, con el CVU 1006593, agradece al CONACyT el apoyo otorgado a través de la Beca para Estudios de Posgrado.

Referencias

1. Nwana, H. S.: Software agents: An overview. *Knowl. Eng. Rev.*, vol. 11, no. 3, pp. 205–244 (1996) doi: 10.1017/S02698889000789X
2. Loyall, A. B.: *Believable agents: Building interactive personalities: Doctoral Thesis in the field of Computer Science.* School of Computer Science Computer Science Department Carnegie Mellon University, Pittsburgh (1997) <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a327862.pdf>
3. Rulicki, S., Cherny, M.: *Comunicación no verbal - CNV: Cómo la inteligencia emocional se expresa a través de los gestos.* 1era Edición. Argentina: Ediciones Granica (2007)
4. Andre, E., Pelachaud, C.: Interacting with embodied conversational agents. In *Speech Technology: Theory and Applications*, In: Chen, F., Jokinen, K. (eds) *Speech Technology.* Springer, New York, NY. pp. 123–149 (2010) doi: 10.1007/978-0-387-73819-2_8
5. Bergmann, K., Eyssel, F., Kopp, S.: A second chance to make a first impression? How appearance and nonverbal behavior affect perceived warmth and competence of virtual agents over time. In: *Intelligent Virtual Agents*, Berlin, Heidelberg, pp. 126–138 (2012) doi: 10.1007/978-3-642-33197-8_13
6. Rosenthal-von der Pütten, A. M., Straßmann, C., Yaghoubzadeh, R., Kopp, S., Krämer, N. C.: Dominant and submissive nonverbal behavior of virtual agents and its effects on

- evaluation and negotiation outcome in different age groups. *Comput. Hum. Behav.*, vol. 90, pp. 397–409 (2019) doi: 10.1016/j.chb.2018.08.047
7. Corchado-Rodríguez, J.: Modelos y arquitecturas de agente. *Agentes Software y Sistemas Multiagentes*, Pearson Educación, pp. 29-64 (2005)
 8. Kipp, M.: Creativity meets automation: combining nonverbal action authoring with rules and machine learning. *Intelligent Virtual Agents*, vol. 4133, J. Gratch, M. Young, R. Aylett, D. Ballin, P. Olivier, Eds. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, pp. 230–242 (2006) doi: 10.1007/1_1821830_19
 9. Lee, J., Marsella, S.: Nonverbal behavior generator for embodied conversational agents. In: *Intelligent Virtual Agents*, vol. 4133, J. Gratch, M. Young, R. Aylett, D. Ballin, y P. Olivier, Eds. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, pp. 243–255 (2006) doi: 10.1007/1_1821830_20
 10. Bing, L.: *Web data mining: Exploring hyperlinks, contents and usage data*. 2da Edición. United States of America: Springer (2011)
 11. Hernández-González, L. J.: Implementación de un prototipo de un sistema de recuperación de información que utilice antologías para la expansión de consultas. Instituto Tecnológico de Cd Madero, Cd. Madero, Tamaulipas (2016) http://200.188.131.162:8080/jspui/handle/1234_56789/360
 12. Gaviño-Rodríguez, V.: *Español coloquial | Colloquial spanish*. *Coloquial.es*. Español Coloquial (2010) <https://www.coloquial.es/es/>
 13. Pérez, F.: *Diccionario de gestos dominicanos*. *Advanced Reasoning Forum* (2018)
 14. Pelachaud, C.: Studies on gesture expressivity for a virtual agent. *Speech Commun*, vol. 51, no 7, pp. 630–639 (2009) doi: 10.1016/j.specom.2008.04.009
 15. Mancini, M., Castellano, G.: Real-time analysis and synthesis of emotional gesture expressivity (2007)
 16. Wallbott, H. G.: Bodily expression of emotion. *Eur. J. Soc. Psychol.*, vol. 28, no. 6, pp. 879–896 (1998) doi: 10.1002/(SICI)1099-0992(1998110)28:6<879:AID-EJSP901>3.0.CO;2-W
 17. Hartmann, B., Mancini, M., Pelachaud, C.: Implementing expressive gesture synthesis for embodied conversational agents. pp. 199 (2005) doi: 10.1007/11678816_22