

Influencia del interfaz en la experiencia de usuario para una plataforma multibiométrica

Álvaro Hernández-Trapote, Beatriz López-Mencía, David Díaz-Pardo, and Luis Hernández-Gómez

Grupo de Aplicaciones de Procesado de Señal (GAPS),
Universidad Politécnica de Madrid,
Avda. Complutense, 30, 28040 Madrid, España
{alvaro,beatriz,dpardo,luis}@gaps.ssr.upm.es
<http://www.gaps.ssr.upm.es>

Resumen *En este artículo se analiza qué efecto tienen diferentes tipos de interfaz sobre la experiencia de uso para un sistema de identificación biométrica. Para ello se ha creado un entorno de pruebas, que recrea una aplicación de control de acceso multibiométrico (huella, firma, voz e iris) vía Web, con tres estrategias o metáforas de interacción (texto, voz y agente animado). Se han llevado a cabo pruebas con 55 usuarios. Durante estas pruebas se recogieron las opiniones de los usuarios sobre aspectos relativos a las tecnologías biométricas (seguridad, privacidad, etc.) y se capturaron parámetros objetivos de la interacción. Los resultados de este experimento revelan un efecto interesante, producido por la presencia del ECA, sobre el impacto en la privacidad percibido por los usuarios. Igualmente el interfaz guiado por voz se ha mostrado más eficiente para guiar al usuario durante la interacción.*

Keywords: biometría, interacción, experiencia de usuario, embodied conversational agents, ECAs

1. Introducción

En la actualidad se está promocionando desde distintos ámbitos (e-Government, e-Banking) el acceso remoto a servicios personales. Estas iniciativas necesitan mecanismos para verificar la identidad de los usuarios de manera rápida, fiable y segura. Dentro de las tecnologías para el control de acceso, la Biometría es considerada como la opción de futuro más prometedora. Por Biometría se entiende un amplio rango de tecnologías que establecen la identidad de un individuo a través de la medición de las características de comportamiento y/o fisiológicas del mismo [6].

Desde hace ya tiempo las tecnologías biométricas han ido alcanzando niveles de eficacia muy elevados para la identificación de personas. A pesar de ello, los servicios de control de acceso para el público en general no terminan de realizar una apuesta firme por estas tecnologías. La opinión más extendida, sobre esta problemática, cree que para conseguir una mayor aceptación de la Biometría

son necesarias investigaciones que vayan más allá del estudio del rendimiento de un dispositivo o tecnología biométrica y se centren en la evaluación de la experiencia del usuario y en la valoración de aspectos derivados de la interacción persona-tecnología [11,1].

EL interfaz de un sistema es el encargado de encauzar la relación entre el usuario y la tecnología. Una de las tecnologías aplicadas al interfaz más novedosa, es la de los agentes conversacionales personificados (*Embodied Conversational Agents-ECAs*). Los efectos de estos agentes virtuales en los usuarios y en la dinámica de la interacción usuario-sistema todavía no están claros y la pregunta de cómo usarlos para maximizar los beneficios deseados aún está en el aire. Sin embargo, la literatura muestra importantes mejoras en la percepción que tiene el usuario sobre el sistema y en la interacción con el mismo cuando un interfaz incluye un agente virtual. ¿En que sentido y hasta que punto afecta la presencia de un agente conversacional personificado en el interfaz del sistema a la percepción que tiene el usuario del propio sistema? Y ¿cómo afecta esto a la opinión y aceptación de los usuarios de un sistema biométricos de autenticación?

En la siguiente sección se describe brevemente las características de los ECAs y los estudios más interesantes sobre su posible influencia en la percepción. Posteriormente, en la sección 3, se describe la implementación de la plataforma y los interfaces de usuario que les guiarán durante el experimento. En la sección 4 se presenta el plan de pruebas y en la sección 5 se analizan y comparan los parámetros para las distintas variantes del escenario planteado.

2. Agentes Conversacionales Personificados (ECAs)

Para Justine Cassell, un ECA es una representación virtual de un humano que es capaz de entablar una conversación con personas, comprendiendo a sus interlocutores y respondiendo adecuadamente (en función de los objetivos definidos para la interacción). La respuesta de un ECA debe coordinar adecuadamente, voz, movimientos, gestos y expresiones faciales, tratando de imitar protocolos de comunicación típicos de una relación humano-humano [2].

El potencial de los ECAs para llevar a cabo interacciones efectivas, eficientes e intuitivas está siendo estudiado desde diversos ámbitos de aplicación. En un primer momento se comprobó el efecto motivador de incluir, en los interfaces, agentes virtuales con presencia humana (p.ej.: [9]). En otras aplicaciones de carácter educacional se han empleado con diferentes roles (compañeros de clase o profesores) para mejorar la motivación de los alumnos al mismo tiempo que se pretendía establecer una relación de confianza [12]. Los ECAs también se han utilizado como guías de museo o asistentes para el coche [7,3]. En el caso de las aplicaciones biométricas la actividad investigadora es escasa [8] a pesar de los resultados en otros ámbitos tan prometedores.

En cualquier caso, los ECAs pueden jugar un papel fundamental en la reducción de la frustración y el estrés de los usuarios causados por las dificultades durante la interacción con un sistema y como resultado de esto puedan ayudar

a mejorar la eficiencia de la interacción respecto a otros sistemas, por ejemplo, que se basen sólo en texto [4].

3. Descripción de la plataforma

3.1. Implementación

La plataforma propuesta simula un escenario en el que un usuario pretende acceder a través de Internet a un área con información personal. Para ello el servicio le requiere una autenticación de su identidad en base a dos rasgos biométricos (de ahí que el sistema se considere multibiométrico) que puede seleccionar entre cuatro posibles tecnologías: reconocimiento de huella digital, firma manuscrita, voz e iris. Las características técnicas de éstas modalidades biométricas son las siguientes

- *Huella*: se ha utilizado un sensor capacitivo, modelo Precise 100¹ y el software proporcionado por la empresa fabricante del sensor.
- *Firma*: las firmas se capturan mediante una tableta digitalizadora, modelo Wacom Intuos2 A6² al que se accede haciendo uso del kit de desarrollo iSign Java de la empresa CIC³.
- *Voz*: se emplea un micrófono tipo 'headset' y el API de Nuance Communications⁴ para el entrenamiento y verificación de las muestras de voz.
- *Iris*: se ha utilizado como sensor una cámara, especialmente diseñada para la captura del iris, de la marca Panasonic, modelo Authenticam BM-100ET. El acceso a la cámara y los algoritmos de entrenamiento y verificación están implementados en un programa autónomo que fue cedido por la empresa española SHS Consultores⁵

La implementación de la plataforma se ha realizado sobre una arquitectura distribuida (cliente/servidor) con el fin de repartir la carga computacional de los procesos de entrenamiento y verificación. En el lado del cliente, haciendo uso de la tecnología Java Applet, se han integrado las tecnologías biométricas descritas anteriormente. En el lado del servidor un *servlet* se encarga de recoger los rasgos biométricos capturados en el cliente y de lanzar los procesos de entrenamiento o verificación según convenga.

3.2. Interfaz de usuario

El interfaz, representado en la Figura 1, cuenta con 5 pestañas. La primera incluye unas instrucciones generales sobre el funcionamiento de la aplicación. El resto de pestañas (de la segunda a la quinta) incluyen los interfaces particulares para cada una de las modalidades biométricas (huella, firma, voz e iris).

En base a este interfaz existen tres modos o metáforas de interacción:

¹ <http://www.precisebiometrics.com>

² <http://www.wacom.com>

³ <http://www.cic.com>

⁴ <http://www.nuance.com>

⁵ <http://www.shsconsultores.com>

Figura 1. Interfaz de usuario para los usuarios de la metáfora ECA

- *Metáfora ECA*: se incluye un agente conversacional personificado en la parte derecha del interfaz como aparece en la Figura 1. El ECA se expresa mediante locuciones pregrabadas sincronizadas con el movimiento de los labios. Adicionalmente se presentan mensajes de texto en el área de información (parte inferior del interfaz).
- *Metáfora VOZ*: el interfaz es el mismo que en el caso de la Metáfora ECA excepto porque no contiene el agente conversacional citado anteriormente. La comunicación con el usuario se produce a través de las mismas locuciones pregrabadas de la metáfora anterior pero sin que éstas estén 'personificadas'. Tanto para la Metáfora ECA como para la VOZ los mensajes de audio se limitan a reproducir la información contenida en los mensajes de texto.
- *Metáfora TEXTO*: en este caso los mensajes del sistema se limitan a los textos que aparecen en el área de información. No se incluyen ni el agente animado ni las locuciones informativas.

Es importante resaltar que todos los mensajes de texto son idénticos para las tres metáforas anteriores. Es decir que los únicos elementos distintivos son el agente virtual para la metáfora ECA y los mensajes de audio para la metáfora VOZ.

4. Diseño del experimento

Siguiendo las recomendaciones del organismo internacional IBG (*International Biometric Group*) se diseñó un plan de pruebas para analizar la influencia de los diferentes interfaces [5]. El experimento se distribuyó en dos sesiones que se celebraron en días diferentes. En la primera sesión las tareas eran las siguientes:

1. Breve explicación de la sesión (3-4 minutos)
2. Cuestionario previo (aproximadamente 15 minutos)

3. *Aprendizaje (5 minutos)*: para que los usuarios se familiarizasen con las tecnologías se permitió a los usuarios experimentar libremente con ellas.
4. *Pruebas en modo impostor (aproximadamente 30 minutos)*: en esta fase los usuarios tenían cinco oportunidades para imitar una identidad (podían elegir entre cuatro modelos).
5. *Cuestionario modo impostor (aproximadamente 15 minutos)*
6. *Primera fase del entrenamiento (12-18 minutos)*: en este primer día se crean los patrones para las modalidades de la huella, firma e iris y se prepara el modelo de la voz para ser finalizado en el segundo día de entrenamiento.

Para la segunda sesión se completó el entrenamiento y los usuarios se identificaron utilizando sus propios modelos para acceder al sistema. Las tareas para este segundo día son las siguientes:

1. *Breve explicación de la sesión (2-3 minutos)*
2. *Conclusión de la fase de entrenamiento (4-5 minutos)*: el usuario finaliza el proceso de entrenamiento grabando tres locuciones que completan el modelo de su voz.
3. *Pruebas en modo verificación (10-12 minutos)*: el usuario tiene seis oportunidades para verificar su propia identidad (en cada intento deberá utilizar dos modalidades biométricas diferentes). El objetivo consiste en completar con éxito tres verificaciones.
4. *Cuestionario final (aproximadamente 20 minutos)*:

Los cuestionarios se diseñaron siguiendo una escala Likert de 7 niveles tal y como se recomienda para estudios en el ámbito de la interacción [10]. En esta escala los valores varían de 1 a 7 y algunos de ellos están asociados a frases explicativas que sirven de referencia al participante. En los tres cuestionarios (previo, modo impostor, final) se van repitiendo algunas preguntas mientras que se añade alguna otra específica a cada fase. Los aspectos que se recogen son los siguientes:

- *Sencillez*: facilidad de uso para cada una de las tecnologías biométricas.
- *Privacidad*: preocupación por la cesión de sus rasgos biométricos al sistema.
- *Multibiometría*: se valora hasta qué punto la utilización de dos modos biométricos para la identificación le aporta garantías al usuario para una mejora del rendimiento del sistema (*Seguridad multibiometría*). Al mismo tiempo se le pregunta hasta qué punto esta nueva metodología supone un aumento de complejidad en la interacción *Sencillez multibiometría*.
- *Invasividad*: cómo de grato le resulta a un usuario la utilización de una tecnología en concreto.
- *Preferencia*: gusto personal sobre cada una de las tecnologías biométricas.
- *Confianza*: percepción de seguridad para cada una de las modalidades biométricas.
- *Valoración global*: opinión general del sistema desde el punto de vista de un cliente del servicio.

- *Dificultad impostor*: facilidad con la que se accede al sistema desde el punto de vista de un impostor.

Adicionalmente a la información subjetiva recogida a través de los cuestionarios, la plataforma cuenta con mecanismos para capturar automáticamente variables relativas a la interacción y la eficiencia de las tecnologías biométricas. Sin embargo en este artículo dirigido al estudio de la calidad de la interacción sólo se tendrán en cuenta los siguientes parámetros, encargados de medir el grado de confusión de los usuarios acerca del funcionamiento de la aplicación:

- *TRI (tiempo de reacción entre intentos de verificación)*: el tiempo (en segundos) desde que un usuario finaliza una verificación completa (dos modos) hasta que empieza la siguiente.
- *TRM (tiempo de reacción entre modalidades)*: el tiempo (en segundos) desde que selecciona una modalidad biométrica hasta que selecciona la siguiente para completar un intento de verificación es denominado tiempo de reacción entre modos.

5. Análisis de los resultados

En este apartado se va a proceder con el análisis comparativo entre las estrategias de interacción (ECA/VOZ/TEXTO) de los parámetros recogidos durante el experimento. Estos contrastes se realizan mediante tests de hipótesis (*two sample t-test*). Para la realización de un test de hipótesis se plantea una hipótesis nula, H_0 , y una hipótesis alternativa, H_1 . En el caso de que el nivel de significancia del test de hipótesis esté por debajo del establecido previamente (5% - $p=0.05$) se puede rechazar la hipótesis nula y por lo tanto, quedaría confirmada la hipótesis alternativa.

5.1. Parámetros objetivos

En las dos fases del experimento, modo impostor y verificación, los usuarios podían llevar a cabo hasta 5 ó 6 intentos de verificación respectivamente (cada uno de ellos constaba de dos modalidades). Durante estas pruebas el experimentador no ofrecía ayuda a los usuarios por lo que estos sólo se guían a través de los mensajes de texto, voz o del ECA, según el interfaz asignado.

En la Tabla 1 se observa que el tiempo de reacción entre intentos de la metáfora de la VOZ ($\mu_{VOZ} = 10,93$) es significativamente menor al de la metáfora ECA ($\mu_{ECA} = 13,14; p = 0,019$) y la metáfora TEXTO ($\mu_{TEXTO} = 15,20; p = 0,021$). Este mismo parámetro en la metáfora ECA es también menor al TEXTO pero la diferencia no es suficiente para confirmar su significancia. Debido a todo esto parece que el usuario se beneficia de la información extra que representa las locuciones de voz y que éstas motivan que el usuario reaccione más rápido tras un intento de verificación y se dirija al siguiente intento con mayor decisión. En cuanto al tiempo TRM (reacción entre dos capturas biométricas) no presenta

Tabla 1. Contrastes de los parámetros objetivos para las metáforas ECA-TEXTO

Subj.	ECA		TEXTO		t/gl	p
	μ	σ	μ	σ		
TRI	13.14	2.08	15.20	5.95	-1.61/43	0.114
TRM	7.02	1.88	6.70	2.50	0.50/43	0.620
Subj.	ECA		VOZ		t/gl	p
	μ	σ	μ	σ		
TRI	13.14	2.08	10.93	2.71	2.31/13.46	0.019 ^a
TRM	7.02	1.88	6.02	2.05	1.34/15.47	0.199
Subj.	VOZ		TEXTO		t/gl	p
	μ	σ	μ	σ		
TRI	10.93	2.71	15.20	5.95	2.14/28	0.021 ^b
TRM	6.02	2.05	6.70	2.50	0.79/21.73	0.437

^a diferencia significativa a un nivel 0.05

^b diferencia significativa a un nivel 0.05

diferencias entre metáforas. Los usuarios parecen tener claro que el sistema les requiere en cada intento dos muestras biométricas y el refuerzo ofrecido en esta situación posiblemente no fuese necesario.

5.2. Aspectos subjetivos

Consideraciones generales Con el fin de examinar visualmente las posibles diferencias entre metáforas para las opiniones recogidas mediante los cuestionarios, se presenta en la Figura 2 un diagrama de barras. En esta figura se ha destacado mediante un recuadro rojo la variación de la privacidad percibida por el usuario que será analizada en el apartado 5.2. Adicionalmente se podrían añadir las siguientes observaciones:

- La *facilidad de uso* de las modalidades es muy parecida para los tres grupos (ECA, VOZ y TEXTO). Hay que recordar que tanto el agente conversacional como las locuciones de voz sólo aparecen en ciertas fases del experimento para complementar los mensajes de texto. Por ejemplo, cuando el usuario debe realizar un nuevo intento o cuando se le debe comunicar el resultado de una verificación. Por lo tanto no intervienen durante el proceso de captura que es el que aparentemente forma la opinión de los participantes sobre la sencillez de las modalidades.
- Algo parecido ocurre con la *preferencia personal* y la *confianza* en las modalidades. Las distintas metáforas de interacción no parecen influir en los gustos personales ni en la seguridad que transmiten las modalidades biométricas.
- Los usuarios del grupo del ECA tienden a considerar (en mayor medida que para las otras dos metáforas) que el requerimiento de *dos modos biométricos*

para la identificación hace más pesado el sistema. Esto podría estar relacionado con la mayor carga de atención (visual y auditiva) que añade el ECA al locutar los mensajes.

- Los usuarios una vez terminan las pruebas en modo impostor evalúan cómo de difícil les ha parecido el intento de acceso fraudulento al sistema. A pesar de que en todas las pruebas sólo hubo dos intentos que terminaron con éxito (los dos con un único usuario de la metáfora ECA) y por lo tanto no se puede considerar que objetivamente existan diferencias significativas en este sentido, los usuarios de la metáfora ECA parecen considerar que es menos complicado *acceder como impostor* al sistema.

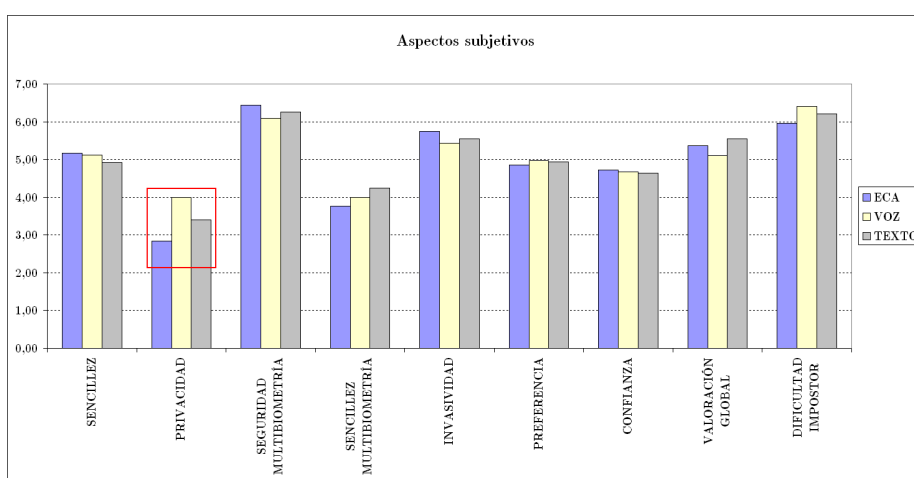


Figura 2. Valores de los distintos aspectos subjetivos para cada una de las metáforas de interacción (ECA, VOZ y TEXTO)

Del anterior análisis se podría desprender que el ECA podría llegar a generar percepciones más acentuadas en los usuarios que las otras dos metáforas. De hecho, de los nueve aspectos representados en la Figura 2, en ocho de ellos el grupo del ECA da lugar a puntuaciones extremas (máximas o mínimas entre los tres interfaces). Con el fin de profundizar en el estudio de estos efectos se van a plantear contrastes entre las poblaciones de usuarios ECA-TEXTO y ECA-VOZ.

Estudio comparativo En primer lugar se calcularon los test de hipótesis para las variables subjetivas de las metáforas ECA y TEXTO. Los resultados se presentan en la Tabla 2. La única diferencia significativa entre los dos grupos se localiza en el impacto en la *privacidad* ($\mu_{ECA} = 2,84$; $\mu_{TEXTO} = 3,40$; $t(37,44) = 2,12$; $p = 0,021$). Las puntuaciones de este aspecto provienen de la pregunta: «Una vez realizadas todas las pruebas, señale hasta que punto estaría dispuesto

a proporcionar su información biométrica». Este resultado parece indicar que el agente virtual o ECA hace que los usuarios desconfíen de la seguridad empleada para salvaguardar la información biométrica requerida por el sistema de acceso.

Tabla 2. Contrastes de los aspectos subjetivos para las metáforas ECA-TEXTO

Subj.	ECA		TEXTO		t/gl	p
	μ	σ	μ	σ		
Sencillez	5.17	0.70	4.93	0.92	-0.99/34.75	0.326
Privacidad	2.84	0.80	3.40	0.94	2.12/37.44	0.021^a
Seguridad multibiometría	6.44	1.26	6.25	0.79	-0.618/40.82	0.540
Sencillez multibiometría	3.76	1.39	4.25	1.25	1.24/42.37	0.221
Invasividad	5.75	0.99	5.55	1.06	-0.64/39.80	0.529
Preferencia	4.85	0.69	4.98	0.89	-0.40/13.63	0.695
Confianza	4.73	0.84	4.63	0.75	-0.39/42.45	0.699
Valoración global	5.36	0.99	5.55	0.83	0.70/42.93	0.488
Dificultad impostor	5.96	1.02	6.20	0.70	0.94/42.07	0.355

^a diferencia significativa a un nivel 0.05

En segundo lugar se presentan los resultados de los tests de hipótesis para la información subjetiva de las Metáforas ECA y VOZ (ver Tabla 3). Nuevamente, tal como se observó en la comparación ECA-TEXTO, se detecta una diferencia para el parámetro de la *privacidad*. La recurrente aparición de este efecto parece señalar al ECA como responsable de esta disminución de la confianza del usuario en el sistema de identificación.

6. Conclusiones y líneas futuras

Los resultados de estas pruebas ponen de manifiesto que, si nos fijamos en parámetros de interacción del usuario con el sistema como el TRI (Tiempo de Reacción entre Intentos de verificación) podemos ver que el usuario tarda más en reaccionar en el interfaz del texto; por lo que la inclusión de locuciones de voz (tanto del interfaz de voz como del ECA) estarían beneficiando al usuario en su interacción. Por otra parte, atendiendo a las opiniones subjetivas de los usuarios sobre diferentes aspectos del sistema destacamos que, el hecho de que aparezca un agente conversacional podría intensificar la preocupación de los usuarios por la privacidad, esto puede ser debido al conocido efecto persona [9]. El resto

Tabla 3. Contrastes de los aspectos subjetivos para las metáforas ECA-VOZ

Subj.	ECA		VOZ		t/gl	p
	μ	σ	μ	σ		
Sencillez	5.17	0.70	5.13	1.73	0.17/15.10	0.867
Privacidad	2.84	0.80	4.00	2.21	2.31/33	< 0.014 ^a
Seguridad multibiometría	6.44	1.26	6.10	0.88	0.91/23.95	0.373
Sencillez multibiometría	3.76	1.39	4.00	1.05	-0.55/21.95	0.586
Invasividad	5.75	0.99	5.43	0.97	0.87/16.84	0.397
Preferencia	4.85	0.69	4.98	0.89	-0.40/13.63	0.695
Confianza	4.73	0.84	4.68	0.51	0.19/33	0.849
Valoración global	5.36	0.99	5.10	1.29	0.57/13.53	0.575
Dificultad impostor	5.96	1.02	6.40	0.70	-1.46/24.25	0.156

^a diferencia significativa a un nivel 0.05

de variables (percepción de sencillez, confianza, etc.) serían independientes del interfaz, aunque en el caso del interfaz del ECA los usuarios muestran opiniones más extremas o marcadas respecto a cada uno de los parámetros evaluados. Una vez más este resultado podría deberse al efecto persona que consiste en que la sola presencia del avatar hace que varíe la percepción que tiene el usuario del sistema.

Como líneas futuras de investigación proponemos que, en caso de incluir la tecnología de los ECAs en sistemas biométricos, se empleen otras estrategias (como personalizar el avatar, dotarle de capacidades comunicativas que le hagan mas natural -gestos específicos, *small talk*, etc.- o crear una actitud más empática hacia el usuario) que ayuden al usuario a disminuir la percepción de pérdida de privacidad.

Referencias

1. Bente, G., Surakka, V., Lylykangas, J., Vuorinen, K., Troitzsch, H., Eschenburg, F., Krämer, N.: Deliverable d6.3 report on results of first phase usability testing and guidelines for deveopers. Tech. rep., Biosec (2004)
2. Cassell, J., Bickmore, T., Campbell, L., Vilhjálmsón, H., Yan, H.: Human conversation as a system framework: designing embodied conversational agents. In: Justine Cassell, Joseph Sullivan, S.P., Churchill, E.F. (eds.) Embodied conversational agents, chap. 2, pp. 29–63. MIT Press, Cambridge, MA, USA (2000)

3. Dausend, M., Ehrlich, U.: A prototype for future spoken dialog systems using an embodied conversational agent. In: *Perception in Multimodal Dialogue Systems*, Lecture Notes in Computer Science, vol. 5078, pp. 268–271. Springer (2008)
4. Hone, K., Akhtar, F., Saffu, M.: Affective agents to reduce user frustration: the role of agent embodiment. In: *Proceedings of Human-Computer Interaction (HCI2003)*, Bath, UK (2003)
5. IBG: Comparative biometric testing round 7 public report v1.1. Tech. rep., International Biometric Group (2009)
6. Jain, A.K., Bolle, R., Pankanti, S.: *Biometrics: Personal Identification in Networked Society*. Kluwer Academic Publishers (1999)
7. Kopp, S., Gesellensetter, L., Krämer, N., Wachsmuth, I.: A conversational agent as museum guide—design and evaluation of a real-world application. In: *Intelligent Virtual Agents*, Lecture Notes in Computer Science, vol. 3661, pp. 329–343. Springer (2005)
8. Krämer, N., Bente, G., Eschenburg, F., Troitzsch, H.: Embodied conversational agents: Research prospects for social psychology and an exemplary study. *Social Psychology* 40(1), 26–36 (2009)
9. Lester, J.C., Converse, S.A., Kahler, S.E., Barlow, S.T., Stone, B.A., Bhogal, R.S.: The persona effect: affective impact of animated pedagogical agents. In: Pemberton, S. (ed.) *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. pp. 359–366. 1997, Atlanta, Georgia. (March 22–27 1997)
10. van Schaik, P., Ling, J.: Using on-line surveys to measure three key constructs of the quality of human-computer interaction in web sites: psychometric properties and implications. *International Journal of Human-Computer Studies* 59(5), 545–567 (2003)
11. Schouten, B., Tistarelli, M., Garcia-Mateo, C., Deravi, F., Meints, M.: Nineteen urgent research topics in biometrics and identity management. *Lecture Notes in Computer Science* 4(5), 6 (2008)
12. Tartaro, A., Cassell, J.: Playing with virtual peers: Bootstrapping contingent discourse in children with autism. In: *Proceedings of International Conference of the Learning Sciences*. vol. 2. International Society of the Learning Sciences, Utrecht, Netherlands (2008)