

Progetto ClearCloud: soluzioni di Assistive Technology in ambito di cloud computing

Davide Mulfari

Assegnista di Ricerca presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Messina

cantiere
aperto

Sommario

Il progetto ClearCloud sfrutta l'impatto delle nuove tecnologie informatiche basate sul paradigma del cloud computing come estensione e potenziamento delle già esistenti e largamente utilizzate soluzioni software di Assistive Technology in ambito desktop (come ad esempio *screen reader* o tool di accesso facilitato), che un utente con disabilità usa per accedere al proprio personal computer. Si propone l'uso di macchine virtuali remote che permettono di riutilizzare in mobilità l'intero ambiente desktop, dal sistema operativo agli applicativi, includendo i tool di accessibilità opportunamente personalizzati, che la persona con disabilità è abituata a eseguire sul PC personale di casa o del posto di lavoro. Sfruttando tecnologie di *remote desktop web-based* e un qualsiasi computer connesso a internet e dotato di uno dei web browser esistenti, l'utente può accedere in modo semplice al proprio ambiente. Allo scopo di fornire i servizi discussi, in questo progetto viene proposto lo sviluppo di una infrastruttura software open source formata da componenti affermati in contesti di cloud computing.

Parole chiave

ClearCloud, Disabilità, Assistive Technology, Cloud computing.

Introduzione

Le persone con disabilità usano in modo proficuo un computer sfruttando soluzioni software personalizzate e tipiche dell'*Assistive Technology* (AT) (Andrich e Besio, 2002). Ad esempio, l'utente che ha difficoltà nell'uso di mouse e/o tastiera può attivare opzioni specifiche di accesso facilitato che permettono di usare il tastierino numerico come emulatore di mouse e rendono meno difficile la pressione di

tasti a causa di movimenti involontari. Per le persone ipovedenti sono disponibili specifiche applicazioni, gli ingranditori software, in grado di espandere il contenuto del monitor di un fattore di zoom che può essere correlato alle loro necessità, mentre per coloro che sono del tutto privi della vista vi sono programmi che usano come canale alternativo di trasmissione delle informazioni la voce di un sintetizzatore vocale (Alistair, McCartney e Fogarolo, 2006), in grado di «leggere» tutti i testi che sono

direttamente presenti a video o che sono, implicitamente e opportunamente, associati alle immagini grafiche che li compaiono (Brodwin, Star e Cardoso, 2004).

Tali programmi di accessibilità (Besio, 2005) devono essere però preventivamente installati e opportunamente configurati su tutti i computer che la persona con disabilità utilizza. Nei computer personali che la persona usa con continuità, ad esempio a casa o a scuola (Fogarolo, 2007), ciò può essere un problema, ma tutto sommato risolvibile: può però diventare una barriera insormontabile tutte le volte che la persona si trova a utilizzare in mobilità un PC in modo occasionale o a condividerne temporaneamente uno in ambienti pubblici come campus universitari, biblioteche, hotel, aeroporti o internet point, indipendentemente se quello che si vuole fare è navigare in internet (Vanderheiden, Treviranus e Chourasia, 2013) o sfruttare lo *storage* sul *cloud*. Infatti, per ragioni che attingono alla sicurezza dei computer condivisi, è buona norma impedire sempre all'utente occasionale di installare software o modificare i settaggi del sistema. Anche quando si riesce a ottenere eccezioni alle regole, è opportuno ripristinare le configurazioni originarie al termine del lavoro, salvo poi reinstallarle, e quando, si ripresenterà l'occasione di riutilizzare lo stesso computer.

Un altro lato negativo dei tool di accessibilità è che essi richiedono degli esperti che ne conoscano bene le caratteristiche ma che sappiano anche valutare le capacità residue dell'utente (Andrich e Besio, 1999), che stiano accanto alla persona con disabilità nelle fasi cruciali della personalizzazione. Se il disabile stesso è l'esperto, tali difficoltà possono essere superate, ma se non può far ricorso all'aiuto di un amico o di un professionista, non importa se per motivi economici, sociali, geografici o collegati all'età avanzata, l'accesso al computer gli sarà precluso.

Un modo di risolvere il problema del PC usato in un ambiente condiviso, soprattutto se si ha bisogno di servizi su internet, può essere quello di utilizzare i software di accessibilità che aggiungono nuove potenzialità ai browser (Mirri, Salomoni e Prandi, 2011; Mangiatordi e Sareen, 2011). In molti casi però c'è bisogno comunque di una forma di installazione, perché spesso questa integrazione avviene mediante dei plug-in che potrebbero non essere presenti nel browser che si ha la necessità di usare. Inoltre questi nuovi tool di accessibilità, per quanto diventino sempre più potenti, in realtà non hanno ancora colmato il gap di prestazioni che li separa da quelli disponibili sui desktop, siano essi open source o proprietari, e che l'utente con disabilità mostra ancora di preferire.

Un altro modo sicuramente efficace è quello di affidarsi ai laptop personali con i quali disporre del proprio ambiente informatico. Questa è forse una soluzione obsoleta che, oltre a presentare lo svantaggio di doversi portare appresso un certo peso, non tiene conto dei vantaggi e delle possibilità che il *cloud computing* già offre e che presumibilmente tenderanno sempre più ad aumentare: basta pensare all'uso ormai familiare e crescente che si fa dello storage sul cloud (Villari, Brandic e Tusa, 2012; Celesti et al., 2013).

Obiettivi del progetto

Il progetto ClearCloud sfrutta un possibile impatto della tecnologia cloud computing (Mulhari et al., 2015) sull'utilizzo delle soluzioni di Assistive Technology introdotte in precedenza. In particolare, si vuole dimostrare come l'utilizzo di macchine virtuali remote può non solo rappresentare una valida soluzione alle problematiche della persona con disabilità motoria (Mulhari et al., 2013a), ma essere anche uno strumento utile per il

supporto remoto di persone con disabilità che necessitano dell'assistenza tecnica di un professionista esperto di AT.

Per realizzare questi obiettivi, si sfrutta la tecnologia della virtualizzazione. L'intero ambiente informatico usato dall'utente con disabilità, ossia il sistema operativo, i suoi programmi installati, le sue personalizzazioni, i suoi dati registrati, viene decontestualizzato rispetto al computer fisico presso cui è eseguito. Subisce un processo informatico chiamato virtualizzazione e diventa quella che viene detta una macchina virtuale (*virtual machine* – VM) che può essere mandata in esecuzione su uno qualunque dei server connessi in rete purché forniti degli opportuni sistemi software di gestione delle macchine virtuali.

Di conseguenza, l'utente con disabilità può utilizzare un qualunque PC dotato di un *software client* di accesso remoto per usare l'ambiente informatico virtualizzato. Tale applicativo client è stato realizzato sotto forma di *web application*, che può essere eseguita presso un qualunque computer connesso in rete e dotato di web browser. In questo modo, l'unico requisito da soddisfare è quello di disporre di una rete con banda adeguata, senza necessità di avere privilegi amministrativi su nessuno dei computer che la persona con disabilità andrà a utilizzare, seppur occasionalmente, perché su di essi non sarà necessario installare nessun software, neanche plug-in.

Per poter permettere tutto questo, si è fatto ricorso ad alcuni strumenti tipici del cloud computing, integrandoli e potenziandoli, quando si è ritenuto necessario.

Architettura software proposta

L'architettura informatica in grado di realizzare i servizi discussi in precedenza è composta da componenti software *open source*

esistenti e affermati in contesti tipici di cloud computing (Foster et al., 2008). Il sistema proposto è incentrato su una soluzione di *remote desktop* e ha permesso di valutare come i tool di accessibilità, normalmente utilizzati da un utente con disabilità, continuino a funzionare quando la macchina fisica su cui essi sono normalmente installati diventa una macchina virtuale remota, a cui l'utente accede usando un qualunque web browser (Mulfari et al., 2013b).

L'infrastruttura software proposta realizzata è rappresentata per componenti nello schema a blocchi rappresentato nella figura 1.

Per valutare le prestazioni del sistema progettato, ne è stato realizzato un prototipo che prevede l'esecuzione di tutti i componenti software presso un unico server basato su Linux (figura 2).

La realizzazione concreta dell'infrastruttura in oggetto ha richiesto l'impiego degli elementi software tipici del cloud computing.

Le operazioni di creazione, avvio e gestione delle macchine virtuali sono state effettuate attraverso l'hypervisor Oracle VM VirtualBox, tool di virtualizzazione open source che supporta l'esecuzione di più macchine virtuali, basate su diversi sistemi operativi «guest» (quali Windows, Linux, Mac OS X, Solaris) residenti su un'unica macchina «host» avente architettura x86 e con Windows, Linux, Mac OS o Solaris come sistema operativo.

Per fornire funzionalità di accesso remoto dell'ambiente desktop eseguito presso ciascuna macchina virtuale, è stata impiegata la tecnologia RDP (*Remote Desktop Protocol*), che ha richiesto l'installazione e l'attivazione di un processo di server RDP su ogni sistema guest.

Al fine di consentire il controllo delle VM via browser, è stata sviluppata un'applicazione web di client RDP che sfrutta i componenti della soluzione open source Guacamole, ovvero server proxy/ gateway per remote desktop e

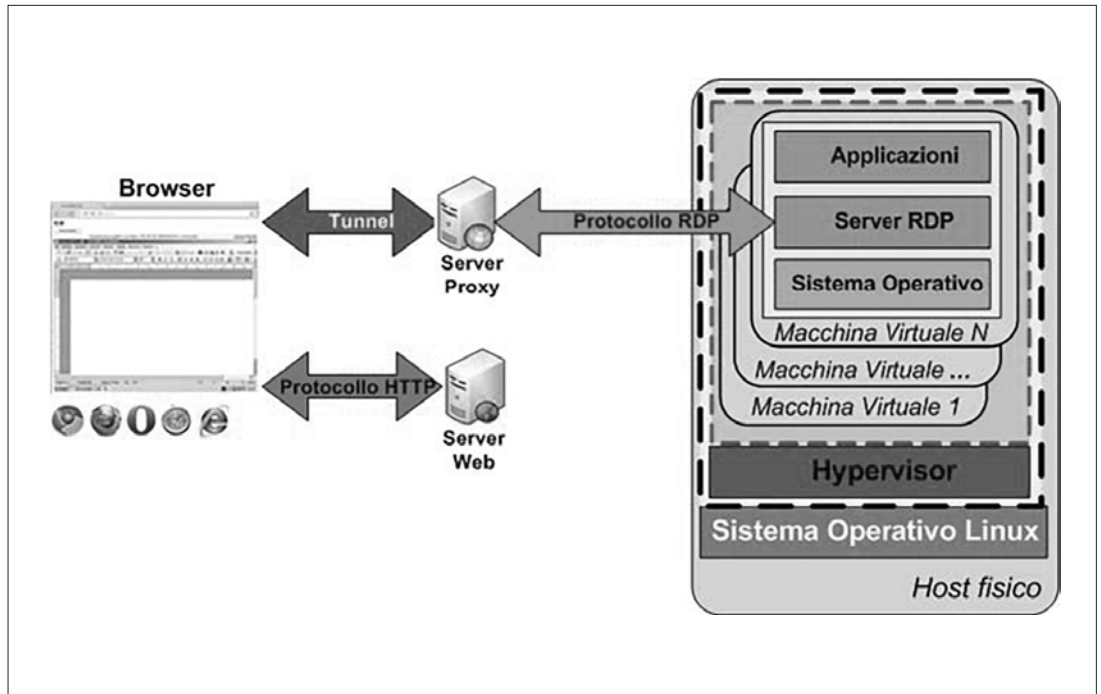


Fig. 1 Schema a blocchi dell'architettura di *remote desktop web-based*.

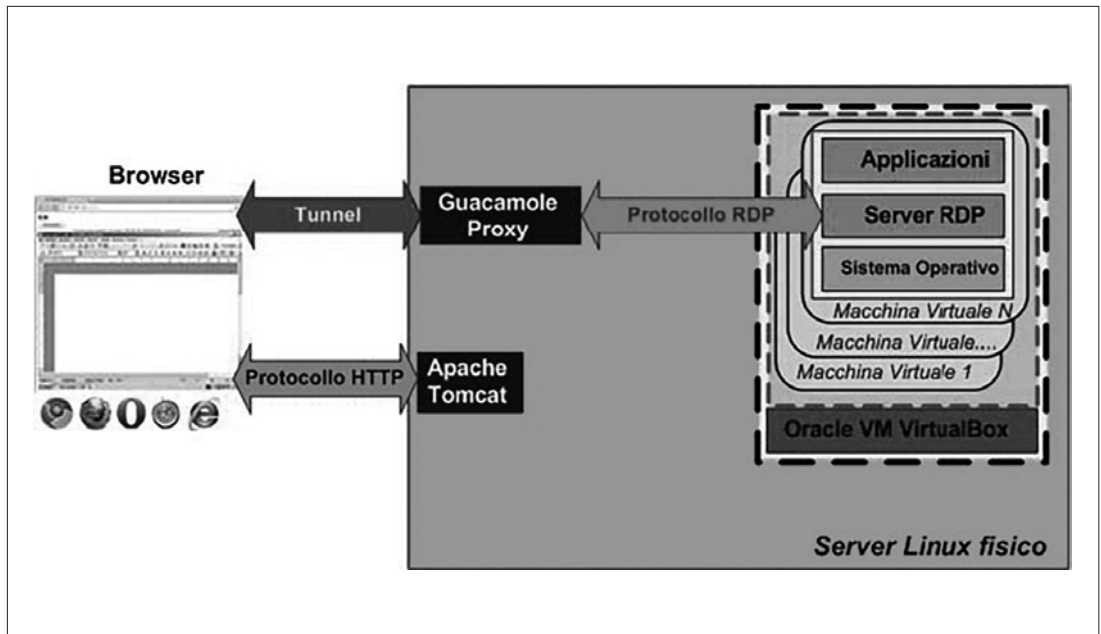


Fig. 2 Architettura software del prototipo sviluppato.

librerie JavaScript, per mostrare, all'interno di un tag HTML5 Canvas, l'output grafico della connessione RDP e permettere all'utente di interagire con la macchina virtuale usando tastiera e mouse.

Il ruolo del server proxy è fondamentale: esso si comporta come un'interfaccia software tra il client RDP web-based e il server RDP attivo presso gli ambienti desktop virtualizzati.

Si è passati a creare una sottorete virtuale, gestita con appositi tool integrati presso l'hypervisor VirtualBox, per instaurare una connessione bidirezionale tra il client RDP e il server proxy, e tra quest'ultimo e il server RDP remoto.

Inoltre, si è usato il server Apache Tomcat per l'hosting dell'applicazione di client RDP realizzata precedentemente. Questo software supporta la proprietà di redirezione del flusso audio remoto: ogni segnale sonoro generato dalle applicazioni in esecuzione presso la VM viene trasmesso in rete e riprodotto dal PC che esegue il web browser. In questo modo un utente con disabilità può, ad esempio, usare in remoto lo stesso screen reader (con le medesime preferenze) che è abituato a eseguire sui propri computer personali.

Livello di fattibilità e benefici di tipo sociale

L'infrastruttura di remote desktop presentata in questo lavoro potrebbe essere inserita nell'ambito di una progettazione e sviluppo di un *Community Cloud provider*, ovvero una complessa infrastruttura cloud in grado di erogare servizi per una comunità di persone con obiettivi comuni.

Nel caso preso in esame, il cloud provider dovrebbe fornire servizi basati di AT su macchine virtuali per gruppi, organizzazioni di persone con disabilità.

Esso potrebbe, ad esempio, sorgere presso, o per conto di, un Ufficio Scolastico Territoriale di una o più province consorziate, che li potrebbero mettere a disposizione delle insegnanti di sostegno e degli studenti con disabilità (Simoneschi, 2011), o presso una sezione provinciale dell'Unione Italiana Ciechi, che potrebbe mettere a disposizione questi servizi ai propri soci. Un'altra struttura ipotizzabile potrebbe essere l'Ufficio disabili di un'università che li potrebbe fornire ai propri studenti.

Ci sarebbero risparmi economici diretti per gli utenti che, per accedere alle loro macchine virtuali, potrebbero evitare di utilizzare computer inutilmente sempre più potenti e liberarsi definitivamente dall'obbligo d'avere sempre installata l'ultima versione del sistema operativo più alla moda. Basterebbero computer poco costosi, anche datati e obsoleti, con sistemi operativi vecchi o open source, con potenze di calcolo e risorse di memoria limitate. Si potrebbero usare PC con sistemi operativi basati solo su browser, come i portatili ChromeBook, dotati di ChromeOs di Google, o potrebbero bastare le chiavette USB da cui fare il boot, su un computer qualunque, d'una versione live di Linux. In tutti questi casi per l'utente finale non cambierebbe nulla, dal momento che comunque egli lavorerebbe nello stesso ambiente.

Ci sarebbero risparmi collettivi sui costi complessivi dell'intera infrastruttura se paragonati a quelli di un ugual numero di stazioni *stand-alone* servite, a parità di prestazioni erogate. Questo è dovuto principalmente al modo ottimale e al conseguente aumento d'efficienza, con la quale possono essere sfruttate le risorse delle infrastrutture informatiche centralizzate quando sono poste in condivisione tra tutti gli utenti.

Alla stessa voce dei risparmi collettivi si potrebbero imputare anche le economie di

scala che deriverebbero dalla possibilità di gestire in modo centralizzato l'acquisizione delle licenze dei software applicativi utilizzati sulle macchine virtuali e quelle dei tool assistivi.

Ci sono altri aspetti positivi che, in un contesto orientato al business, sarebbero oggetto di valutazione e quantificati per i risparmi di gestione che comunque sono in grado di apportare, ma che nel nostro caso particolare sono ancora più importanti della sola valenza economica. Il riferimento è alla possibilità di rimuovere alcune delle cause che, ancora oggi, impediscono una più ampia diffusione dell'utilizzo delle tecnologie software di Assistive Technology e che spesso impediscono la realizzazione di ambiziosi progetti di autonomia.

Se si realizzasse la community cloud proposta prima, l'installazione del sistema operativo e degli applicativi, i loro aggiornamenti, la realizzazione di strategie di sicurezza e di salvaguardia, come programmi antivirus e backup, sarebbero concentrati e presi in carico da pochi esperti che potrebbero gestire al meglio l'intera comunità degli utenti del cloud.

L'assistenza remota diventerebbe una realtà operativa molto importante, dal momento che l'utente con disabilità, qualora lo volesse, sarebbe sgravato da tutte le incombenze che la gestione di un sistema informatico di solito richiede e, aspetto ancora più importante da rimarcare, la stessa assistenza remota centralizzata, a opera di pochi esperti, potrebbe essere estesa anche ai tool di accessibilità.

Dislocando geograficamente nel modo più opportuno più community cloud si darebbe la possibilità di poter distribuire capacità elaborative, di storage, di soluzione assistive, accoppiate alla relativa assistenza, alle persone con disabilità che vivono in posti difficilmente accessibili o, perché no, nei Paesi emergenti.

Tutto potrebbe essere facilmente realizzabile e a costi, presumibilmente, sostenibili.

Inoltre, nel caso di un Ufficio Scolastico Territoriale, accanto agli aspetti positivi connessi all'uso del paradigma del cloud che sono stati evidenziati precedentemente, val la pena di sottolineare che potrebbero essere introdotti dei modelli standard di macchine virtuali duplicabili in modo semplice e immediato. Ogni modello potrebbe prevedere un set opportuno di software e tool di accessibilità strettamente collegato al tipo di disabilità dello studente che li dovrà usare (Fogarolo e Scapin, 2010). L'insegnante di sostegno e lo studente con disabilità, indipendentemente del luogo geografico dove si trova la scuola (se connessa in rete), potrebbero usufruire di un'assistenza remota di esperti (Simoneschi, 2012) che potrebbero offrire il loro supporto a tutti gli appartenenti alla community.

Conclusioni

Le idee progettuali alla base di Clear-Cloud sono in corso di sviluppo nell'ambito dell'attività di ricerca denominata «Progettazione e implementazione di una piattaforma Community Cloud per fornire servizi SaaS di Assistive Technology on demand» supportata dall'Ufficio Diversamente Abili dell'Università degli Studi di Messina e svolta presso il dipartimento DICIEAMA dello stesso Ateneo.

Tale attività è finalizzata a fornire supporto tecnologico agli studenti con disabilità mediante i servizi cloud discussi in precedenza. Si prevede di disporre di un pool di macchine virtuali allocate presso uno o più server fisici centrali; ciascun ambiente virtualizzato verrà configurato in base alle esigenze e richieste di ogni studente, che potrà accedervi tramite un qualunque dispositivo dotato di browser e connesso alla rete di Ateneo. Lo scenario di riferimento è descritto nella figura 3, nella

quale si evidenzia come diverse macchine fisiche sprovviste di software assistivo possano accedere ed «ereditare» le caratteristiche di accessibilità di un'unica macchina virtuale. Questi servizi centralizzati di Assistive Technology potrebbero anche sorgere, per

esempio, presso università e istituti di ricerca consorziati tra loro; si potrebbero così condividere le piattaforme cloud implementate da ciascun ente, allo scopo di realizzare la tipologia di Community Cloud provider proposta nel presente articolo.

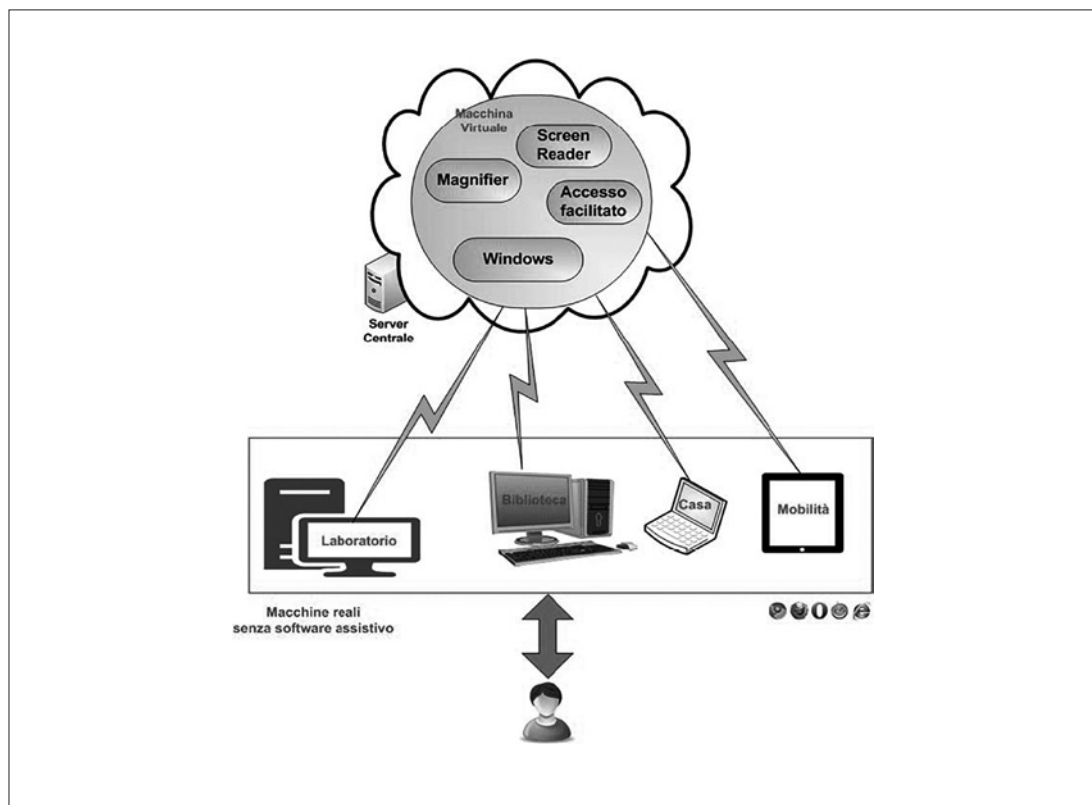


Fig. 3 Servizi cloud per gli studenti con disabilità dell'Università di Messina.

The ClearCloud Project: Assistive Technology solutions in cloud computing

Abstract

The ClearCloud project takes advantage of the impact of new information technologies based on the paradigm of cloud computing in order to extend and develop currently existing and widely used Assistive Technology software solutions for desktops (like for example screen readers or facilitated access tools) that disabled users can use to access their personal computers. The project proposes the use of remote virtual machines that enable the entire desktop environment, from the operating system to applications, including personalised accessibility tools, which disabled users are used to having on their PCs at home or at work, to be used on the move. Using remote desktop web-based technologies and any computer that is connected to the internet and has a current web browser installed, users can easily access their desktop environments. In order to provide the aforementioned services, this project proposes the development of an open source software infrastructure comprising well-known components from the world of cloud computing.

Keywords

ClearCloud, Disability, Assistive Technology, Cloud computing.

Autore per corrispondenza

Davide Mulfari
Dipartimento di Ingegneria
Università di Messina
Contrada Di Dio, 1
98166 Messina
E-mail: dmulfari@unime.it

Bibliografia

- Alistair E.D.N., McCartney H. e Fogarolo F. (2006), *Lambda: A multimodal approach to making mathematics accessible to blind students*, Proceedings of the 8th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility, <https://courses.cs.washington.edu/courses/cse590w/06au/resources/p48-edwards.pdf> (ultimo accesso: 09/06/16).
- Andrich R. e Besio S. (1999), *Assistive technology education for end-users: guidelines for trainers*, <http://www.siva.it/research/eustat/eustguen.html> (ultimo accesso: 09/06/16).
- Andrich R. e Besio S. (2002), *Being informed, demanding and responsible consumers of assistive technology: An educational issue*, «Disability and Rehabilitation», vol. 24, n. 1, pp. 152-159.
- Besio S. (2005), *Tecnologie assistive per la disabilità: Cd Rom Risorse sulle tecnologie per la disabilità*, Lecce, Pensa multimedia.
- Brodwin M.G., Star T. e Cardoso E. (2004), *Computer assistive technology for people who have disabilities: Computer adaptations and modifications*, «Journal of Rehabilitation», vol. 70, n. 3, p. 28.
- Celesti A., Peditto N., Verboso F., Villari M. e Puliafito A. (2013), *Draco pass: A distributed resilient adaptable cloud oriented platform*, IEEE 27th International Parallel and Distributed Processing Symposium, <http://ieeexplore.ieee>.

- org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=6651043 (ultimo accesso: 09/06/16).
- Fogarolo F. (2007), *Il computer di sostegno. Ausili informatici a scuola*, Trento, Erickson.
- Fogarolo F. e Scapin C. (2010), *Competenze compensative. Tecnologie e strategie per l'autonomia scolastica degli alunni con dislessia e altri DSA*, Trento, Erickson.
- Foster I., Zhao Y., Raicu I. e Lu S. (2008), *Cloud computing and grid computing 360 degree compared*, 2008 Grid Computing Environments Workshop, http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=4738445&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D4738445 (ultimo accesso: 09/06/16).
- Mangiatordi A. e Sareen H.S. (2011), *Farfalla project: Browser-based accessibility solutions*, Proceedings of the International Cross Disciplinary Conference on Web Accessibility, https://www.researchgate.net/publication/220933607_Farfalla_project_Browser-based_accessibility_solutions (ultimo accesso: 09/06/16).
- Mirri S., Salomoni P. e Prandi C. (2011), *Augment browsing and standard profiling for enhancing web accessibility*, Proceedings of the International Cross Disciplinary Conference on Web Accessibility, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=78204114510C697B53207842EE11B2D1?doi=10.1.1.656.5665&rep=rep1&type=pdf> (ultimo accesso: 09/06/16).
- Mulfari D., Celesti A., Puliafito A. e Villari M. (2013a), *How cloud computing can support on demand assistive services*, Proceedings of the 10th International Cross Disciplinary Conference on Web Accessibility, <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2461140> (ultimo accesso: 09/06/16).
- Mulfari D., Celesti A., Puliafito A. e Villari M. (2013b), *Using virtualization and Guacamole / VNC to provide adaptive user interfaces to disabled people in cloud computing*, 10th IEEE International Conference on Ubiquitous Intelligence and Computing (UIC), <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?reload=true&arnumber=6726193> (ultimo accesso: 09/06/16).
- Mulfari D., Celesti A., Puliafito A. e Villari M. (2015), *Providing assistive technology applications as a service through cloud computing*, «Assistive Technology», vol. 27, n. 1, pp. 44-51, <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10400435.2014.963258#.V1k4HdmLS70> (ultimo accesso: 09/06/16).
- Simoneschi G. (2011), *La disabilità che è negli oggetti. Teoria e pratica di integrazione scolastica con le nuove tecnologie*, Pisa, ETS.
- Simoneschi G. (2012), *Educare nella società della conoscenza: Competenze e conoscenze per il mondo di domani*, «Minorigiustizia», vol. 3, pp. 66-72.
- Vanderheiden G.C., Treviranus J. e Chourasia A. (2013), *The global public inclusive infrastructure (GPII)*, Proceedings of the 15th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2513383.2513395> (ultimo accesso: 09/06/16).
- Villari M., Brandic I. e Tusa F. (2012), *Achieving federated and self-manageable cloud infrastructures. Theory and practice*, Harrisburg, PA, Igi Global.