

Caratteristiche Qualitative del FLOSS TCEXAM

Nicola Asuni
Tecnick.com s.r.l.
Via della Pace, 11
09044 Quartucciu (CA)
Tel. 070 8566645

nicola.asuni@tecnick.com

SOMMARIO

I vantaggi generali dei sistemi d'esame computerizzati (Computer-Based Assessment - CBA) rispetto ai tradizionali test cartacei (Pen-and-Paper Testing - PPT) sono stati ampiamente dimostrati in diversi lavori comparativi. La letteratura scientifica è però piuttosto carente nell'identificare un insieme di criteri che possano risultare utili nella scelta o nell'implementazione del sistema CBA più adeguato per un determinato scopo. A tal fine sono necessarie ulteriori ricerche, anche se esistono comunque degli importanti risultati dovuti allo standard ISO1926 (Information Technology - Software Quality Characteristics and Sub-characteristics). In aggiunta a quanto indicato dallo standard ISO9126, la pratica ha evidenziato come alcune caratteristiche specifiche del software CBA denominato TCEXAM, principalmente derivate dalla sua natura di software libero ed Open Source (FLOSS), tendono a migliorare la qualità del software CBA e ne influenzano positivamente la diffusione ed il modello di sviluppo. In questo lavoro vengono illustrate e discusse tali caratteristiche.

Parole Chiave

Qualità del Software, FLOSS, Free Libre Open Source Software, TCEXAM, CBA, Computer-Based Assessment, CBT, Computer-Based Testing, e-exam.

1. INTRODUZIONE

I sistemi d'esame computerizzati, noti anche come *Computer-Based Assessment* (CBA), *Computer-Based Testing* (CBT) o *e-exam*, sono disponibili in varie forme da più di quarant'anni. Creati inizialmente per gli esami di certificazione nell'industria IT, si sono progressivamente evoluti fino a soddisfare le più complesse esigenze di valutazione. Attualmente vengono eseguiti in tutto il mondo più di un milione di esami al mese attraverso l'utilizzo di sistemi CBA [8].

Numerosi studi comparativi, confermati da una esaustiva revisione della letteratura scientifica, hanno evidenziato i vantaggi dei sistemi CBA rispetto ai tradizionali test cartacei (*Pen-and-Paper Testing* - PPT) [12]. Questi vantaggi possono generalmente riassumersi in: aumento della distribuzione dei test; efficienza nell'amministrazione e nella valutazione; riduzione dei costi; aumento della sicurezza dovuto alla trasmissione elettronica ed alla crittazione; consistenza ed affidabilità; processo di revisione dei test più rapido e maggiormente controllato; valutazioni più rapide grazie

ai punteggi immediati; imparzialità dei test e dei voti; meno errori di valutazione; meno errori di comprensione da parte degli esaminandi; disponibilità universale dei test grazie al supporto alla traduzione e localizzazione; nuovi ed avanzati tipi di domande; aumento della soddisfazione degli esaminandi; passo evolutivo verso nuove metodologie di valutazione.

Malgrado i sistemi d'esame computerizzati costituiscano una soluzione largamente accettata, esistono numerosi fattori da tenere in considerazione quando si sceglie e si implementa un sistema CBA. La letteratura scientifica è piuttosto carente nell'identificare un insieme di criteri che possano risultare utili nella scelta o nell'implementazione del sistema CBA più adeguato per un determinato scopo, anche se esistono comunque degli importanti risultati nel campo dell'Ingegneria del Software che fornisce dei criteri generali per la valutazione dei sistemi software [11]. In questo senso sono stati fatti notevoli progressi dall'International Standard Organization che nel 1991 ha definito lo standard ISO9126 "*Information Technology - Software Quality Characteristics and Sub-characteristics*" [4]. Lo standard ISO9126 è un modello per la valutazione della qualità dei prodotti software che identifica sei caratteristiche: *funzionalità*, *usabilità*, *affidabilità*, *efficienza*, *portabilità* e *manutenibilità*. Ognuna di queste caratteristiche è ulteriormente suddivisa in sotto-caratteristiche. Ad esempio, la *funzionalità* è caratterizzata dalla *idoneità*, *accuratezza*, *interoperabilità*, *conformità* e *sicurezza*.

Attualmente sono disponibili sul mercato diversi strumenti CBA ma, sfortunatamente, molti di questi sono proprietari, chiusi, centralizzati, complessi, costosi e non soddisfano appieno lo standard ISO9126. Per questa ragione l'autore ha creato TCEXAM, un semplice software CBA, gratuito ed Open Source, che consente ad insegnanti ed educatori di creare, distribuire e gestire questionari, quiz, test ed esami. Il progetto TCEXAM è stato avviato nel 2004 ed oggi è tradotto in undici lingue ed utilizzato in tutto il mondo da università, scuole, aziende ed insegnanti indipendenti. In questo lavoro, in aggiunta a quanto indicato dallo standard ISO9126, si propongono alcune caratteristiche specifiche del software TCEXAM, principalmente derivate dalla sua natura di software libero ed Open Source (FLOSS). La pratica ha evidenziato come tali caratteristiche tendano a migliorare la qualità del software CBA e ne influenzino positivamente la diffusione ed il modello di sviluppo.

Dopo una breve introduzione su TCEXAM, le caratteristiche proposte verranno illustrate e discusse.

2. INFORMAZIONI GENERALI

TCEXAM (<http://www.tcexam.com>) è un sistema software gratuito ed Open Source per la gestione di esami, test, quiz e questionari (CBA - Computer-Based Assessment), ospitato come progetto su SourceForge.net.

TCEXAM è principalmente diviso in due sezioni: *Pubblica* ed *Amministrazione*.

L'area pubblica contiene le maschere e le interfacce utilizzate dagli esaminandi per l'esecuzione dei test. Per accedere a quest'area gli utenti devono autenticarsi inserendo le proprie credenziali (nome utente e password) nell'apposita maschera. Una volta autenticati, gli utenti visualizzeranno una schermata contenente l'elenco dei test che potranno eseguire ed eventualmente l'elenco dei test già eseguiti. L'elenco dei test visualizzati dipende dai rispettivi intervalli di validità temporale, dall'indirizzo IP dell'utente, dal gruppo di appartenenza dell'utente e dal fatto di essere già stati eseguiti o meno.

L'elenco dei test attivi mostra, oltre al nome del test, una serie di collegamenti a seconda dei casi: *info* - se cliccato, visualizza le informazioni dettagliate sul test corrispondente; *esegui* - se cliccato, genera il test corrispondente per l'utente corrente ed apre la maschera di esecuzione del test; *continua* - compare in alternativa al collegamento *esegui*, se cliccato, permette di continuare l'esecuzione del test il cui tempo non è ancora scaduto; *risultato* - se cliccato, apre una maschera per la visualizzazione dei risultati del test (TCEXAM valuta automaticamente le risposte in tempo reale, considerando la difficoltà della domanda e il punteggio base del test). La maschera di esecuzione del test è divisa in due sezioni. Nella prima sezione l'esaminando può rispondere alla domanda selezionata. La seconda sezione contiene un menù che visualizza lo stato delle domande (*selezionata*, *visualizzata*, *risposta*, *difficoltà*) e permette di selezionare una domanda in modo arbitrario. All'esaminando è permesso di modificare le proprie risposte senza alcuna limitazione durante l'intero arco di validità temporale del test. L'esaminando può lasciare un commento generale sul test ed anche consegnare (terminare) il test in anticipo. Non sarà necessario dare una conferma di conclusione del test che rimarrà quindi operativo fino allo scadere del tempo.

L'area di amministrazione contiene le maschere e le interfacce per la gestione dell'intero sistema, inclusa la gestione degli utenti, la generazione dei test e dei risultati. L'accesso alle varie sezioni dell'amministrazione dipende dal livello dell'utente e dal proprio gruppo di appartenenza. L'attività degli esaminandi può essere seguita dagli amministratori in tempo reale. Gli amministratori hanno il privilegio di fermare, riavviare o incrementare il tempo rimanente di ciascun test. A conclusione del test, l'amministratore può: valutare le risposte testuali utilizzando un'apposita maschera; visualizzare, esportare (CSV, PDF) e

stampare i risultati generali e dettagliati; inviare i risultati via email ad ogni utente; visualizzare le statistiche del test. TCEXAM può anche generare test in formato PDF così da poter essere stampati ed utilizzati in un esame tradizionale con carta e penna (PPT - Pen-and-Paper Testing).

Attualmente TCEXAM supporta quattro tipi di domande:

- **MCSA (domande a scelta multipla con risposta singola):** L'esaminando può specificare una sola risposta corretta (*radiobutton*).
- **MCMA (domande a scelta multipla con risposta multipla):** L'esaminando può selezionare tutte le risposte corrette (*checkbox*).
- **ORDER (domande ad ordinamento):** L'esaminando deve indicare l'ordine corretto delle varie risposte (*selectbox*).
- **TEXT (domande a risposta testuale):** La risposta può essere una parola (risposta breve), una frase, un paragrafo o un tema (*textarea*). Le risposte brevi vengono valutate automaticamente.

3. CARATTERISTICHE QUALITATIVE

In aggiunta a quanto indicato dallo standard ISO9126, TCEXAM introduce delle specifiche caratteristiche di qualità illustrate in questa sezione.

3.1 Gratuito ed Open Source

L'Open Source (codice sorgente aperto) promuove l'affidabilità e la qualità del software supportando revisioni indipendenti e favorendo una rapida evoluzione del codice. TCEXAM è *Free Libre Open Source Software* (FLOSS) attraverso l'adozione della seconda versione della licenza GNU-GPL (General Public License). I vantaggi generali derivanti dall'adozione del modello Open Source sono [13]:

- **Apertura:** Tutti i vantaggi dell'Open Source derivano dalla sua "apertura". Con il codice sorgente a disposizione risulta più semplice risolvere eventuali problemi (in prima persona o con l'aiuto di qualcuno) senza dover contare unicamente sul produttore originale.
- **Stabilità:** Dato che chiunque può intervenire sul codice e che secondo licenza eventuali modifiche devono essere ugualmente aperte, dopo un certo periodo di tempo il software Open Source risulta più stabile di molti software commerciali.
- **Adattabilità:** L'Open Source implica Open Standard (standard aperti), risulta quindi più semplice adattare un software Open Source per interagire con altri software e persino con protocolli proprietari. Questo risolve le situazioni di blocco che possono verificarsi affidandosi ad un software commerciale che può essere modificato dal solo proprietario.
- **Qualità:** Un'ampia comunità di utenti e sviluppatori non solo implica una maggiore stabilità del software ma offre anche nuovi stimoli e possibilità di sviluppo.

Nuove funzionalità, meno errori (bug) e test diffusi risultano significativi per la qualità del software.

- **Innovazione:** La competizione anima l'innovazione e l'Open Source mantiene viva la competizione. Dato che non porta svantaggi a nessuno, ognuno ha la possibilità di aggiungere valore e fornire servizi. L'informazione vuole essere libera.
- **Sicurezza:** E' risaputo che la sicurezza tramite segretezza non è una pratica sicura a lungo termine. Nei software Open Source, grazie alla vasta collaborazione della comunità, le falle possono venir scoperte più facilmente ed altrettanto rapidamente corrette, con il risultato di rendere intrinsecamente più sicuro il sistema.
- **Gratuità:** TCEExam è disponibile gratuitamente senza ulteriori costi di licenza per utente/anno. Questo probabilmente spiega perché TCEExam è particolarmente apprezzato nei paesi in via di sviluppo.

3.2 Supporto Comunitario

Il progetto TCEExam è gestito attraverso il sito Web SourceForge.net, attualmente il più grande sito al mondo per la gestione di progetti Open Source. SourceForge.net fornisce hosting gratuito ai progetti Open Source attraverso un sistema centralizzato di strumenti per la gestione dei progetti, delle comunicazioni e del codice. Attraverso SourceForge.net è possibile scaricare l'ultima versione del software TCEExam, leggere le ultime news sul progetto, ricevere o fornire supporto, segnalare errori, suggerire modifiche e correzioni, richiedere nuove funzionalità.

Il supporto comunitario costituisce una parte importante del processo di sviluppo di TCEExam. Infatti, TCEExam è in continuo sviluppo così da poter riflettere le reali necessità degli utenti e migliorare tutti gli aspetti qualitativi del software.

3.3 Indipendenza dalla Piattaforma

TCEExam è un'applicazione software basata su tecnologie Web (Web-based) e sviluppata con tecnologia LAMP (GNU-Linux: il Sistema Operativo; Apache: il Web server; MySQL: il Database Management System – DBMS; PHP: il linguaggio di programmazione). TCEExam può essere installato praticamente su qualsiasi sistema operativo che supporta il PHP, incluso Unix, Solaris, Mac OS X e Windows. Il database di TCEExam è completamente documentato così da poter essere facilmente esteso o acceduto attraverso applicazioni esterne. In aggiunta, il DBMS PostgreSQL può essere utilizzato al posto di MySQL ed è anche possibile aggiungere driver per altri DBMS. Nessun software commerciale aggiuntivo è richiesto per poter installare, eseguire o utilizzare TCEExam. Tutto questo garantisce a TCEExam un'elevata flessibilità nell'installazione su sistemi esistenti, ad esempio un PC in una sala computer scolastica o un servizio di Web hosting commerciale.

TCEExam utilizza una tipica struttura a tre livelli (three-tier). Le aree di Amministrazione e l'area Pubblica sono

fisicamente separate nel file-system per ridurre i rischi di sicurezza.

Essendo un'applicazione basata su tecnologie Web, TCEExam viene eseguita tramite un Web server ed utilizza pagine Web come interfacce. Per utilizzare TCEExam gli utenti hanno necessità unicamente di un PC o un PDA dotato di un Web browser (es. Mozilla Firefox o Internet Explorer) e di una connessione Internet o Intranet al Web server che ospita TCEExam. Non è richiesto alcun software aggiuntivo o hardware specifico per utilizzare TCEExam.

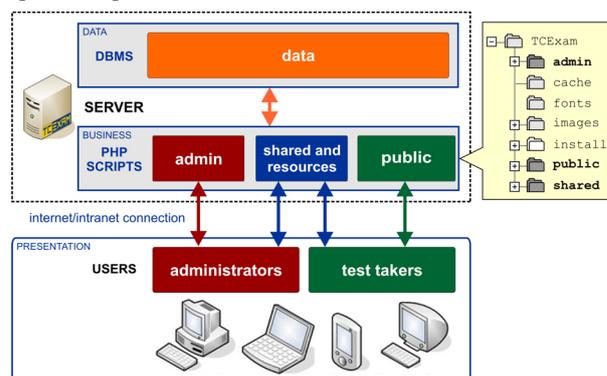


Figura 1: Struttura di TCEExam

3.4 Bassi Requisiti Hardware

La piattaforma LAMP ed i bassi requisiti tecnici permettono a TCEExam di essere installato sulla maggior parte dei computer esistenti e persino sui servizi di Web hosting commerciali. Risultati sperimentali hanno mostrato che un vecchio PC di circa 5 anni, basato su processore AMD Athlon XP 2400+ con 1GB di RAM e scheda ethernet da 100Mbps, può gestire senza problemi 50 esaminandi alla volta. Questa caratteristica è particolarmente importante per contribuire a colmare il divario tecnologico (digital divide) presente nei paesi in via di sviluppo e nelle aree rurali, dove l'hardware più recente non è disponibile o è troppo costoso.

3.5 Internazionalizzazione (I18N)

TCEExam è indipendente dalla lingua parlata attraverso l'adozione degli standard UTF-8 Unicode [9] e TMX (Translation Memory eXchange) [1],[7]. TMX è un open standard che utilizza l'XML (eXtensible Markup Language) per l'archiviazione e l'interscambio di memorie di traduzione (TM - Translation Memory) create attraverso l'ausilio di strumenti software di traduzione e localizzazione (CAT - Computer Aided Translation). Lo scopo del TMX è quello di offrire un sistema neutrale per lo scambio di dati tra diversi sistemi di traduzione che minimizzi o elimini la perdita di dati critici. Tutte le traduzioni di TCEExam sono contenute in un unico file XML che può essere modificato manualmente o con un software CAT. In questo modo chiunque può scaricare il software TCEExam ed aggiungere una nuova traduzione senza dover aspettare la versione successiva. TCEExam supporta le lingue Destra-Sinistra (RTL - Right-To-Left) come l'Arabo il Persiano e l'Ebraico, ed include traduzioni in undici lingue. L'utente può cambiare lingua in qualsiasi

momento utilizzando l'apposito selettore posto in fondo alle pagine.

3.6 Accessibilità ed Usabilità

E' fondamentale che gli strumenti CBA siano Accessibili così da poter essere equamente utilizzati dalle persone disabili. TCExam genera interfacce Web conformi agli standard XHTML 1.0 Strict [6], W3C-WAI-WCAG 1.0 (Accessibilità) [3] ed Usabilità [10]. L'aspetto grafico delle interfacce utente di TCExam è gestito da fogli di stile conformi al livello 2 dello standard CSS [2]. Lo standard CSS favorisce l'accessibilità perché permette la separazione tra la struttura e la presentazione delle interfacce [5]. I fogli di stile sono progettati per permettere un preciso controllo sui caratteri, gli allineamenti, i colori, le posizioni degli oggetti nella pagina, ecc.

Accessibilità significa genericamente che le persone disabili possono utilizzare TCExam. In maniera più specifica indica la possibilità per le persone disabili di percepire, capire ed interagire con il software TCExam. L'Accessibilità favorisce anche le persone senza disabilità o con disabilità temporanee, ad esempio chi ha un monitor a bassa risoluzione, una connessione internet lenta, un braccio rotto o persone anziane. L'Accessibilità considera tutte le disabilità rilevanti per l'accesso alle risorse Web, incluse quelle visuali, uditive, fisiche, di parola, cognitive e neurologiche.

L'Usabilità è una misura qualitativa dell'interazione tra l'utente e l'applicazione software. Indica generalmente la facilità e soddisfazione dell'utente nel raggiungere i propri obiettivi con un il sistema preso in esame. L'Usabilità non è una misura monodimensionale ma coinvolge vari fattori che includono:

- **facilità di apprendimento** - indica quanto velocemente un utente riesce ad apprendere le funzionalità dell'interfaccia, svolgendo agevolmente le operazioni di base, senza averla mai vista prima;
- **efficienza d'uso** - indica quanto rapidamente un utente può interagire con il sistema dopo averne appreso il funzionamento;
- **memorizzazione** - indica la capacità degli utenti di ricordare il funzionamento dell'interfaccia nel tempo;
- **frequenza e gravità dell'errore** - indica la frequenza e la gravità degli errori compiuti dall'utente durante l'uso del sistema e come vi ponga rimedio;
- **soddisfazione soggettiva** - indica il grado di apprezzamento dell'utente nell'uso del sistema.

Grazie alla collaborazione con l'Università di Bologna, TCExam è stato messo a punto per poter essere utilizzato da persone non vedenti.

3.7 Importazione ed Esportazione dei Dati

Per aumentare la flessibilità e la compatibilità con altri software CBA, applicazioni di e-learning o database esistenti, TCExam include alcuni strumenti per esportare ed importare direttamente i dati degli utenti, domande e risultati utilizzando vari formati: CSV (Comma

Separated Values), XML (eXtensible Mark-up Language) e PDF (Portable Document Format). I risultati dettagliati dei test in formato PDF possono essere automaticamente inviati ad ogni utente. Inoltre, il database di TCExam è completamente documentato così da poter essere facilmente gestito da applicazioni esterne (es. phpMyAdmin) che possono eseguire procedure di importazione, esportazione e backup.

L'attuale versione di TCExam include un modulo RADIUS (Remote Authentication Dial In User Service) che consente di interfacciarsi direttamente con altri database remoti che contengono le credenziali di accesso degli utenti. RADIUS è un protocollo di Autenticazione, Autorizzazione ed Accounting (AAA) per controllare l'accesso alle risorse di rete. RADIUS è comunemente utilizzato dagli Internet Service Provider (ISP), enti e grandi aziende per gestire l'accesso ad Internet o ai network interni attraverso svariate tecnologie quali modem, DSL, wireless e VPN. E' possibile aggiungere a TCExam altri moduli di autenticazione per andare incontro a specifiche esigenze.

3.8 Contenuti Multimediali

TCExam utilizza un apposito linguaggio di mark-up per aggiungere formattazione al testo, immagini, oggetti multimediali (audio e video) e formule matematiche (supporta LaTeX). TCExam include una semplice interfaccia grafica con pulsanti per l'aggiunta rapida di formattazione o di oggetti esterni (es. immagini, file audio, video, animazioni flash, ecc). Generalmente ogni oggetto che può essere visualizzato da un browser Web, anche utilizzando uno specifico plug-in, può essere aggiunto su TCExam alle domande, risposte alternative o descrizioni.

Il linguaggio di mark-up utilizzato da TCExam è simile al comune BBCode (Bulletin Board Code), il linguaggio utilizzato per formattare i messaggi nei forum internet. I tag di mark-up sono costituiti da parole racchiuse da parentesi quadre e vengono tradotti da TCExam in XHTML o PDF a seconda dei casi. Il codice di mark-up è stato introdotto per consentire agli utenti di arricchire i propri contenuti in maniera più semplice e sicura.

Utilizzando lo speciale tag "[tex]" o il pulsante TEX è possibile aggiungere del codice LaTeX per rappresentare formule matematiche, tabelle o grafici. LaTeX è un sistema per la preparazione di documenti largamente utilizzato dalla comunità scientifica. TCExam converte automaticamente il codice LaTeX in immagini PNG che possono essere facilmente visualizzate e stampate.

3.9 Test Unici

TCExam supporta un numero illimitato di argomenti, ogni argomento può contenere un numero illimitato di domande ed ogni domanda può contenere un numero illimitato di risposte alternative. Un test TCExam può contenere diversi argomenti anche raggruppati tra loro. Per ogni argomento o gruppo di argomenti, TCExam estrae in maniera casuale uno specifico numero di domande con le caratteristiche richieste (tipo di

domanda, difficoltà e numero di risposte alternative da visualizzare). Se l'archivio di domande è sufficientemente ampio, TCEXAM può generare test unici per ogni esaminando attraverso la selezione e l'ordinamento casuale delle domande e delle risposte alternative. Questa caratteristica elimina o riduce drasticamente il rischio di copiature tra esaminandi.

4. CONCLUSIONI

In questi ultimi anni l'interesse crescente nei sistemi d'esame computerizzati (Computer-Based Assessment - CBA) ha sollevato il problema di identificare una serie di criteri di qualità che potessero essere utili nella scelta di tali sistemi. In questo lavoro è stato evidenziato come alcune caratteristiche specifiche del software TCEXAM, principalmente derivate dalla sua natura di FLOSS ed in aggiunta a quelle proposte dallo standard ISO9126, non solo tendono a migliorare la qualità del software CBA ma ne influenzano positivamente la diffusione ed il modello di sviluppo.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Asuni, N. (2004), PHP Localization with TMX standard, PHP Solutions Nr 3/2006.
- [2] Bos, B., Lie, H.W., Lilley, C., Jacobs, I. (1998), Cascading Style Sheets, level 2 - CSS2 Specification, W3C, <http://www.w3.org/TR/REC-CSS2>
- [3] Chisholm, W., Vanderheiden, G., Jacobs, I. (1999), Web Content Accessibility Guidelines 1.0, W3C <http://www.w3.org/TR/WCAG10/>
- [4] ISO (1991). Information Technology – Software quality characteristics and sub-characteristics. ISO/IEC 9126-1.
- [5] Jacobs, I., Brewer, J. (1999) Accessibility Features of CSS, W3C, <http://www.w3.org/TR/CSS-access>
- [6] Pemberton, S., et al (2000), XHTML™ 1.0: The Extensible HyperText Mark-up Language, W3C, <http://www.w3.org/TR/2000/REC-xhtml1-20000126/>
- [7] Savourel, Y. (2004), TMX 1.4b Specification, The Localisation Industry Standards Association (LISA), <http://www.lisa.org/tmx/tmx.htm>
- [8] Tomson Prometric (2005), The Benefits and Best Practices of Computer-based Testing, Tomson Prometric, ThomsonPrometricBestPractices.pdf
- [9] Unicode Inc (2005), What is Unicode?, <http://www.unicode.org/standard/WhatIsUnicode.html>
- [10] US Department of Health and Human Services (2005), Usability Basics, Usability.gov, <http://www.usability.gov/basics/index.html>
- [11] Valenti, S., Cucchiarelli, A., Panti, M. (2002), Computer Based Assessment Systems Evaluation via the ISO9126 Quality Model, Journal of Information Technology Education Volume 1 No. 3.
- [12] Vrabel, M. (2004), Computerized versus paper-and-pencil testing methods for a nursing certification examination: a review of the literature, Comput Inform Nurs. 2004 Mar-Apr;22(2):94-8; quiz 99-100. Review.
- [13] Wieërs, D. (2008), Open Source advantages, Linux.be, <http://linux.iguana.be/open-source/>