
PRESENTACIÓ DE RESULTATS DELS PROJECTES DE MILLORA DE LA DOCÈNCIA

TÍTOL DEL PROJECTE: Treball en col·laboració per a la millora de l'Aprenentatge Autònom mitjançant Atenea i sistemes TIC de "feedback" automàtic de qualitat.

Professor/a responsable: Daniel Jiménez González
djimenez@ac.upc.edu,
Dept. Arquitectura de Computadors,
Facultat d'Informàtica de Barcelona

Professorat que ha intervingut : Eduard Ayguadé

Estudiants becats que han intervingut: Antonio Filgueras

Tipus d'ajut rebut: **UPC_2011**

Data de la comunicació de resultats: 15 gener 2013

Resum

L'objectiu del projecte és millorar la qualitat docent de l'assignatura Programació Conscient de l'Arquitectura (PCA) en què l'estudiantat normalment realitza optimitzacions de codis d'una forma sistemàtica, sense un treball autònom de qualitat. Amb aquest objectiu, hem orientat l'assignatura cap l'aprenentatge de l'alumnat mitjançant el treball no presencial en col·laboració i hem desenvolupat una eina TIC de suport a la docència, amb *feedback* automàtic de qualitat.

Paraules clau

TIC, *feedback*, col·laboració

Catalogació segons aspecte d'actuació docent

- Noves metodologies
- Acompanyament a l'aprenentatge

Àmbit de coneixement UPC

- Enginyeries en Tecnologies de la Informació i les Comunicacions

Destinataris

Aquest projecte s'ha aplicat només en fase pilot a l'assignatura de Programació Conscient de l'Arquitectura de GRAU, a la Facultat d'Informàtica de Barcelona, durant el quadrimestre 2 del curs 2011-2012. El número total d'alumnes d'aquesta edició va ser de 10 alumnes.

Resultat

En aquest projecte s'ha realitzat una col·lecció de problemes i exercicis de laboratori orientats a la metodologia de treball pensada per a PCA-grau, s'ha implantat una eina TIC, basada en *Moodle*, per a facilitar un *feedback* automàtic, ràpid i de qualitat als estudiants en els seus exercicis de laboratori, i s'ha desenvolupat una metodologia de treball no-presencial col·laboratiu.

L'assignatura de PCA-grau consta de sis temes i la seva càrrega presencial està dividida en 1 hora de teoria, 1 hora de problemes i dues hores de laboratori. Comparada amb l'assignatura PCA d'Enginyeria en Informàtica (EI), s'ha reduït el nombre d'hores presencials, s'ha introduït una hora de problemes i el laboratori ha passat de 4 a 2 hores. És per això que el laboratori ha de ser molt més orientat a practicar alguns conceptes concrets, sent els problemes fets a classe i en col·laboració els que han d'ajudar a assimilar els conceptes de teoria. A més a més, els problemes han de servir de treball previ als laboratoris. Això significa que per a poder aplicar convenientment la nostra metodologia docent hem hagut de crear una col·lecció de problemes i exercicis de laboratori amb els que poder treballar. A cada problema se li ha assignat un nivell de dificultat que ajuda al professor a gestionar adequadament el temps dels exercicis que han de fer els alumnes.

Per a poder desenvolupar aquesta col·lecció de problemes i exercicis de laboratori hem analitzat i estudiat: (1) problemes extrets dels exercicis del laboratori de l'antiga PCA EI, (2) problemes extrets d'alguns exercicis que ja es proposaven a PCA EI a teoria, i (3) problemes extrets de sis capítols de l'última edició del "Computer Systems: A programmer's perspective" (Capítols 3, 4, 5 i la versió web del 5 que tracta de SIMD, 6, i 9).

El número total d'exercicis revisats/analitzats ha estat de 337 problemes: 76 problemes de laboratori de PCA EI i 261 problemes dels sis capítols del llibre Computer Systems. Per a cada capítol revisat hem analitzat els problemes, les seves possibles solucions, hem marcat una dificultat i l'hem assignat a un tema concret de PCA grau. Un cop fet això, ens hem quedat amb 103 problemes del llibre que poden ser interessants per a PCA grau.

Per les sessions de laboratori es van seleccionar els problemes que (1) s'ajustaven a les sessions de dues hores de laboratori que hi ha per a cada Tema, (2) eren continuació de la feina que havien de fer els estudiants durant la discussió en fòrums i (3) tenien solucions que es podien analitzar de forma automàtica, pensant en l'implantació de noves TICs. Tot això es troba detallat també a l'**annex B**.

Aquestes noves TIC ajuden a gestionar i donar un "feedback" més ràpid dels exercicis fets pels alumnes. Les TIC s'han implantat en un sistema basat en la plataforma d'aprenentatge Moodle. En concret, vam analitzar diferents possibilitats, sent la més adequada i de menys cost la d'adaptar la plataforma desenvolupada per Estructura de Computadors I d'Enginyeria en Informàtica (EC1-EI) en un altre projecte d'innovació docent. Com ja es va comentar a la proposta, aquest projecte neix de l'experiència de treball en grup no presencial fet a l'assignatura d'EC1 EI. Com a part d'aquella experiència es va aconseguir una financiació per part de l'AGAUR pel desenvolupament d'una plataforma de recolçament al laboratori basada en la plataforma d'aprenentatge Moodle [1].

La plataforma desenvolupada permet mantenir una relació entre temes, objectius, problemes, pràctiques i solucions entregades pels alumnes de PCA-grau. Un cop creada la sessió "PCA Session", es poden gestionar els seus problemes, pràctiques, teoria i objectius, com es mostra a la Figura 1. Això ens ha permès integrar millor la teoria, els problemes i els laboratoris.



Figura 1: Interfície de gestió de l'eina TIC.

El sistema implantat permet configurar un conjunt de tests per analitzar les pràctiques que envia l'estudiantat al portal, podent donar un *feedback* automàtic i ràpid, via *web*. La gestió d'aquests tests es fa via *web* i està programat pels professors. La Figura 2 mostra la pantalla de gestió de tests.

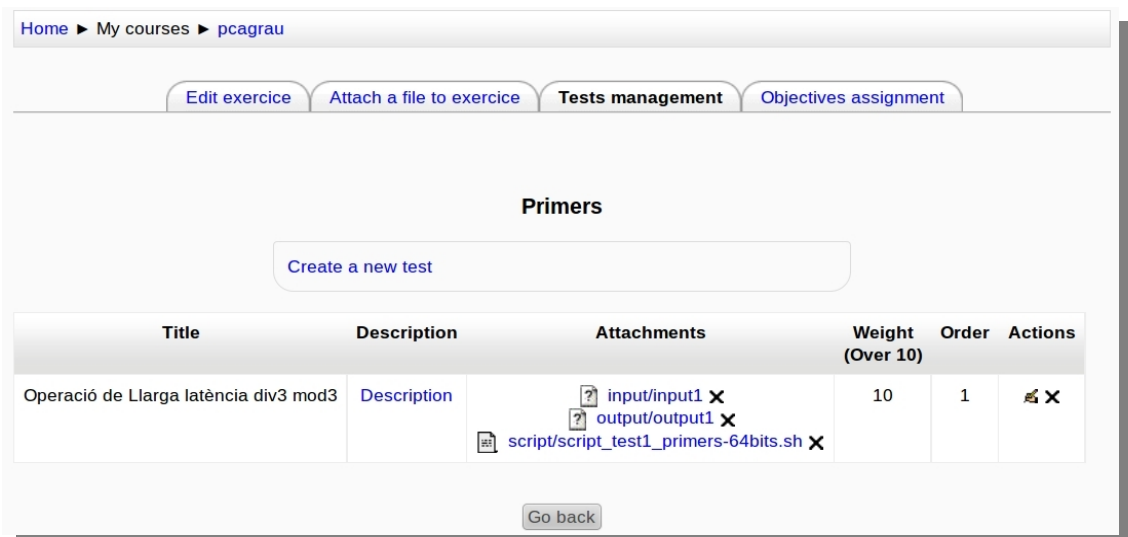


Figura 2: Gestió de tests d'un exercici.

Els tests realitzats per a PCA-grau estan orientats al control d'optimitzacions fetes per l'estudiantat. A cada test se li pot assignar un pes, tal i com es pot observar a la Figura 2. Nosaltres hem utilitzat aquest pes, sense influència directe a la nota, per donar també un *feedback* quantitatiu, a més del qualitatiu que informa de com es pot millorar l'optimització del codi.

Pel que fa als tests per a cada problema, l'experiència dels professors de l'assignatura ha estat molt important. Aquests test poden ser de diferents tipus:

- 1) Comprovació de temps d'execució de la solució donada i l'esperada
- 2) Execució amb l'eina pin d'Intel [2]. Aquesta eina permet, entre d'altres coses, comptabilitzar el nombre d'instruccions que s'executen de cada tipus en una màquina. Amb això podem comprovar, per exemple, si s'ha realitzat un bithack que passi a reduir el nombre de divisions d'un programa.
- 3) Execució amb profiling (gprof o oprofile segons el cas) per comprovar el pes d'una funció després de l'optimització. La sortida del profiling es pot analitzar amb un script. Entre d'altres coses es pot comprovar el nombre de vegades que es crida una funció, si s'ha fet inlining, si s'ha

fet memoization d'algun càlcul que s'havia de fer amb una funció, si s'ha reduït el nombre de fallades de cache, etc.

- 4) Execució amb traceig per comprovar les optimitzacions realitzades en qüestió de crides a sistema o llibreries.
- 5) Realització d'algun tipus de cerca, *pattern matching* o analitzador sintàctic en el codi font per veure si s'ha utilitzat alguna particular que se'ls demana aplicar.

Els tests són bàsicament *shell scripts* que s'assignen a un exercici del laboratori, i la forma d'assignar-los és via l'eina TIC desenvolupada. Un cop el sistema ja està en funcionament, aquest s'està a l'espera d'enviaments de codis, i quan troba un enviament, el processa aplicant els tests, programats pel professorat, d'aquest exercici pel qual s'hagi fet l'enviament.

El funcionament d'enviament és molt bàsic: l'alumne envia un exercici en codi font, el sistema se n'anadona de l'enviament d'un codi i el compila, el linka i el fa passar per un o més tests desenvolupats pels professors per aquest exercici. Els resultats de cada pas realitzat es guarda a la plataforma i es fa visible a l'alumne. En aquest procés d'enviament, la primera informació que es trobaria un alumne és la dels problemes associats a una sessió de pràctiques (o problemes). La Figura 3 mostra els exercicis associats a una sessió PCA del laboratori.



Figura 3: Exercicis d'una pràctica de PCA-grau.

Després, quan l'alumne selecciona un dels exercicis, li apareix en totes les entregues que ha fet d'aquell exercici seleccionat. El professor també pot visualitzar quins alumnes han fet ja entregues, com els ha anat i veure els missatges que els ha donat, automàticament, l'eina. Figura 4 mostra l'informació que pot rebre un estudiant, on es pot observar el *feedback* qualitatiu i quantitatiu. A la Figura s'observa que s'han passat dos tests. El primer ha anat bé, però el segon no tant. Per cadascun, el professor ha programat un *feedback* qualitatiu i quantitatiu. Aquestes notes i missatges són programats pel professorat dintre dels *scripts* de test.

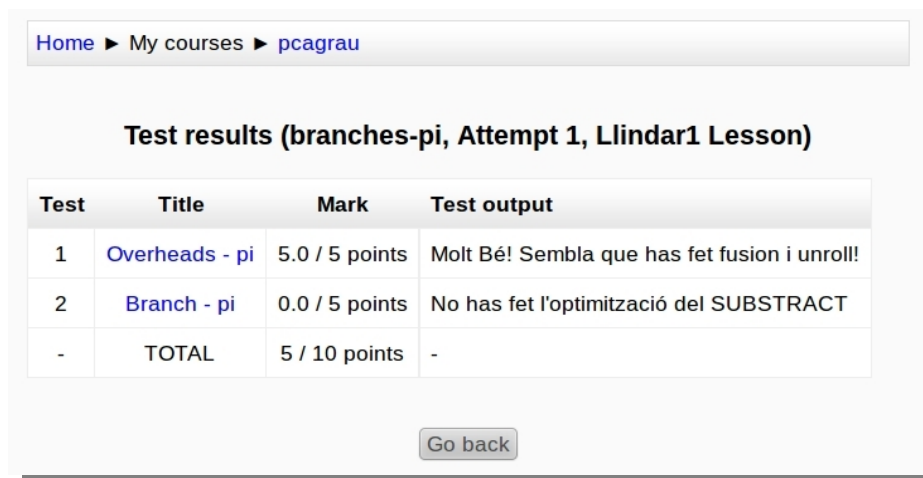


Figura 4: Informació de *feedback* que reb l'estudiant amb l'eina.

Finalment, en aquest projecte hem aplicat una metodologia per a pontenciar el procés d'aprenentatge de l'estudiantat, basada en el treball col·laboratiu no presencial que augmenti el *feedback* que obté l'estudiantat. La metodologia aplicada consisteix en el següent: per a cada tema, es proposen una sèrie d'exercicis teòrico-pràctics (de la col·lecció de problemes) per a que els alumnes els resolguin i els pengin en fòrums creats pel professor a la plataforma TIC basada en moodle. El problema a resoldre en els fòrums es busquen d'una dificultat mitjana i orientats a facilitar l'activitat a laboratori, és a dir, per a que serveixin de treball previ.

Els equips de treball s'han de crear d'aproximadament 5 alumnes, intentant que el número de persones per equip sigui igual al número de problemes assignats per tema, i serà fixe per a tot el curs. En un principi, s'assignaran un mínim de 5 problemes per equip i tema.

La metodologia per a resoldre aquests problemes consta d'un treball personal i un treball en equip. Bàsicament consistirà en: (1) resoldre individualment els problemes demanats per aquell tema i penjar el problema resolt a un fòrum que el professor crea per a cada equip, (2) discutir al fòrum de l'equip les solucions individuals (primer feedback que obtindran els alumnes) i acordar una solució per a cada problema i (3) penjar la solució final acordada a cada problema per un equip a un fòrum de solucions finals comú a tots els equips. A cada equip, cada estudiant serà responsable d'un problema, i és aquest alumne el que penjarà la solució final d'aquell problema al fòrum comú abans d'una data concreta. El professor revisarà aquestes solucions finals (segon feedback) però també pot revisar els fòrums de discussió de les solucions individuals.

A les classes de problemes es faran activitats en equip i es discutiran amb tots els equips les solucions obtingudes (tercer feedback). Per facilitar que els alumnes puguin comparar les seves solucions amb les de la resta d'alumnes de l'assignatura, els fòrums són oberts a tothom.

Finalment, per fer publicitat dels resultats obtinguts estem preparant una web per a posar tot el material editat i els fonts i documents de l'eina TIC.

Avaluació del projecte

La valoració global de l'experiència docent ha estat bona. Les enquestes UPC per avaluar l'assignatura PCA-grau i el professorat mostren que la metodologia i les eines TIC utilitzades han ajudat al procés d'aprenentatge de l'estudiantat. Així ho demostra la valoració de 5 sobre 5 de l'assignatura en les respostes dels alumnes enquestats a les preguntes relacionades amb l'aprenentatge i l'ús de les TICs. La relació de preguntes d'aquesta enquesta són les següents:

1. El meu interès en la matèria ha augmentat com a resultat d'aquesta assignatura
2. **He après i he comprès els continguts d'aquesta assignatura**
3. **He progressat significativament en l'assoliment de les competències genèriques definides per a aquesta assignatura**
4. Els objectius de l'assignatura estan ben definits
5. **La utilització de les eines TIC ha millorat el meu procés d'aprenentatge de l'assignatura**
6. L'avaluació es correspon amb els objectius i el nivell de l'assignatura
7. El nivell d'exigència d'aquesta assignatura comparat amb el de les del mateix quadrimestre/curs, ha estat
8. De mitjana, les hores per setmana d'aprenentatge autònom en aquesta assignatura han estat
9. En conjunt estic satisfet/a amb aquesta assignatura

L'escala d'avaluació per totes les preguntes, menys la pregunta 7 i 8, és: 1 -Molt en desacord a 5-Molt d'acord. Per la pregunta 7: 1-Molt Més Baix 2-Més Baix 3-Similar 4-Més Alt 5-Molt Més Alt, i per la pregunta 8: 1- Menys de 3 hores 2- Entre 3 i 5 hores 3- Entre 5 i 7 hores 4- Entre 7 i 9 hores 5- Més de 9 hores.

La Figura 5 mostra els resultats de l'enquesta, comparada amb la mitjana del departament (Departament d'Arquitectura de Computadors), el centre (Facultat d'Informàtica de Barcelona) i l'UPC, per a cada una de les preguntes. La barra etiquetada amb "x" és la corresponent a l'assignatura de PCA-grau. Aquests resultats mostren que l'opinió de l'estudiantat sobre el seu procés d'aprenentatge ha estat molt bo.

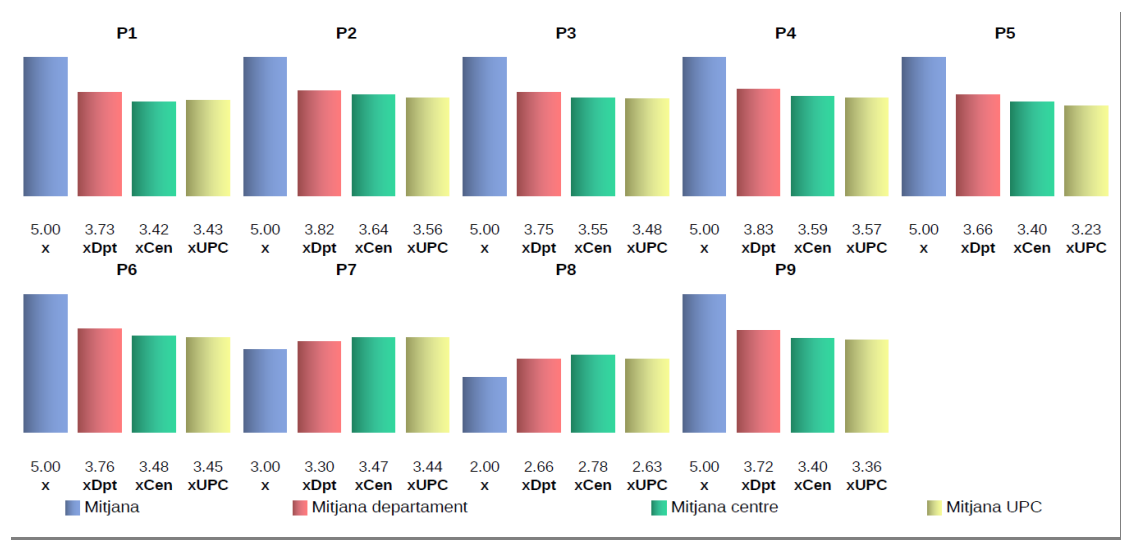


Figura 5: Enquesta UPC d'avaluació de l'assignatura PCA-grau

També hem realitzat una enquesta més específica sobre els dos aspectes més importants del projecte: l'ús de les TIC per a obtenir un feedback automàtic de qualitat i ràpid, i el sistema de fòrums. Les preguntes realitzades són les següents:

1. Crec que el sistema d'enviaments de programes per a mesurar el temps d'execució, amb correcció i feedback automàtic m'ha ajudat a entendre millor la matèria de PCA que si no hagués tingut correcció ni feedback automàtic.
2. Crec que el sistema d'enviaments de programes per a mesurar el temps d'execució, amb correcció i feedback automàtic m'ha ajudat a obtenir un codi ben optimitzat més ràpid que si no hagués tingut correcció ni feedback automàtic.
3. Els sistema de fòrums m'ha permès conèixer millor el que sé i no sé d'aquesta assignatura.
4. La discussió en fòrums m'ha permès detectar els meus errors més ràpidament.
5. La discussió en fòrums de treball m'ha ajudat a comprendre millor l'assignatura.
6. Preferiria realitzar la mateixa assignatura sense el sistema de fòrums.

L'escala d'avaluació per totes les preguntes és: 1 -Molt en desacord a 4-Molt d'acord. Amb aquesta escala d'1 a 4 hem volgut forçar que l'estudiantat es decanti per estar d'acord o en desacord. La Figura 6 mostra els resultats d'aquesta enquesta.

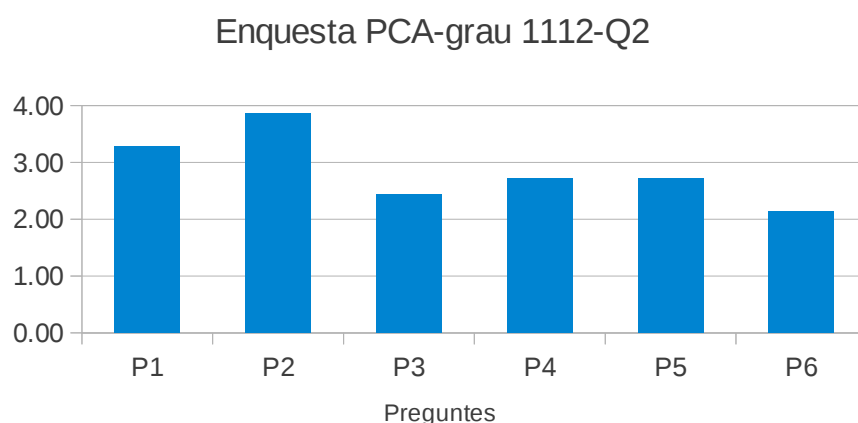


Figura 6: Enquesta de PCA-grau sobre el projecte d'innovació docent.

Els resultats, encara que en general són bons per ser el primer cop que s'aplica el projecte, no són tant bons com ens esperavem en el cas dels fòrums de discussió. A nivell de les eines TICs sí que hi ha una bona resposta, tal i com indiquen els resultats per les preguntes 1 i 2, amb una avaluació propera al 4 en el cas d'obtenir solucions bones més ràpidament. En el cas de la pregunta 1, considerem bona la resposta perquè era el primer cop que s'aplicava aquest sistema de feedback, havent moltes coses encara a millorar en el feedback que es donava (per exemple, una descripció més detallada).

En quant als fòrums de treball via moodle, l'avaluació indica que el sistema no va ser de tanta ajuda com esperavem. Podem trobar les causes en el fet que el curs tenia un nombre reduït d'alumnes, la qual cosa facilitava la discussió exhaustiva de problemes a les classes de problemes, inclòs els que s'havien d'entregar via fòrums. Això feia que les discussions als fòrums fos menor i de menor qualitat. És a dir, els tres *feedbacks* que es volien aconseguir amb els fòrums no presencials, es van aconseguir a les classes de problemes, on els estudiants s'agrupaven discutint el problema i després els discutíem tots plegats per arribar a solucions bones i òptimes.

La taula següent mostra les dades de nota mitjana de tots els estudiants, la nota mitjana per cada grup/equip de discussió de fòrums i la desviació standard dintre de cada grup.

	Nota Mitjana	Desviació Estàndard	Nota Mínima	Nota Màxima
Equip 1	9.15	0.46	8.57	9.68
Equip 2	6.00	0.34	5.59	6.50
Tots	7.41	1.70	5.59	9.68

Analitzant els resultats dintre dels dos equips, que es van fer al inici de curs per les discussions en fòrums, veiem que hi ha una gran correlació en les notes dels seus membres. La desviació estàndard en els dos equips ha estat inferior a 0.5 punts de la nota final: en particular 0.46 i 0.34 respectivament, amb una mitjana de nota de 9.15 i 6.00 respectivament. De fet, el primer grup va ser el grup que més va participar als fòrums i a les discussions a classe. Per això mateix que, encara que les enquestes no han estat tant bones com esperavem respecte als fòrums, podem deduir que la participació als fòrums i discussions va ajudar a millorar el procés d'aprenentatge de l'estudiantat. El nombre total d'aprovats va ser d'un 90%, amb una nota mitjana de 7.4.¹

Conclusions

En aquest projecte hem desenvolupat una eina d'avaluació i correcció automàtica que dona *feedback* i de qualitat, que creiem que pot ser transferible a altres assignatures. També hem aplicat una metodologia docent nova per aquesta assignatura amb l'objectiu de fomentar l'aprenentatge de l'estudiantat. En aquest cas, encara que no ha estat tan ben valorada com l'anterior estratègia, els resultats mostren una millora en el procés d'aprenentatge de l'estudiantat.

Més en detall, la nostra experiència amb l'implantació de les TIC, basada en un únic quadrimestre, indica que el sistema de gestió automàtica d'entregues, amb un feedback de qualitat (basat en l'experiència del professorat) i automàtic, contribueix significativament en el procés d'aprenentatge del student. L'estudiantat se n'adona i l'ha valorat a les enquestes. Aquest sistema és perfectament transferible tal i com ja s'ha demostrat per aquesta assignatura. Els mòduls originals s'havien inicialment desenvolupat per a l'assignatura d'Estructures de Computadors I de l'Enginyeria en Informàtica. El cos de la transferència dependrà de com hagin evolucionat les noves versions de Moodle. En cas de que no s'hagi de canviar de versió de Moodle, el sistema és prou robust com per a només canviar certs noms vinculats a l'assignatura en qüestió i, és clar, els scripts de test que s'hagin de desenvolupar. En el nostre cas hem necessitat un becari, durant 9 mesos i 10 hores setmanals, per adaptar el mòdul a la versió de moodle actual, a més de la dedicació del professorat per a realitzar i revisar els canvis fets a la interfície, i els tests de proves.

¹ Sense comptabilitzar el punt extra que podien obtenir aquells que participessin d'un "challenge" d'optimització. En cas de comptabilitzar-ho la nota mitjana puja fins 7.8.

Pel que fa al sistema de fòrums no presencials es va provar, amb èxit, a l'assignatura d'Estructures de Computadors I, una assignatura que proporcionalment tenia menor número d'hores de problemes que l'assignatura PCA-grau. Això vol dir que a PCA-grau hi ha moltes més possibilitats de fer més problemes i discussions a les classes. De fet, durant aquest quadrimestre de proves es va fomentar aquesta discussió en grups dintre de classe. Això ha fet que el sistema de fòrums no presencials no hagin tingut tanta participació com la que esperaven. Això ens fa pensar que la discussió en equips, en una assignatura amb prou número d'hores per fer problemes, es pot fer presencialment, tal i com ha passat en el nostre cas. Tot i això, la metodologia de treball: primer treball individual, després discussió dintre del mateix grup, i després discussió final amb la resta de l'estudiantat es pot aplicar perfectament, tal i com s'ha fet a PCA-grau.

Veient aquest resultat, s'ha planificat continuar avançant en el sistema TIC realitzat, per tal de millorar encara més la qualitat del *feedback*, i s'ha decidit desenvolupar la metodologia de treball en equip, però a les classes de problemes. El sistema de fòrums el deixarem per a que penguin les solucions finals consensuades en els diferents grups per a que tothom disposi de més d'una solució a un problema.

Referències/més informació

Tenim previst publicitar el codi font del mòdul de Moodle modificats, així com els documents explicatius: del seu ús per part de l'estudiantat i el professorat, de l'implantació, backup i restore de les dades del sistema, etc., i la presentació feta a les JoDoDAC 2012 [3].

[1] Projecte pilot d'innovació docent de l'assignatura Estructura de Computadors I. AGAUR 2007. Ref: l'AGAUR;2007MQD00203.

[2] Pin Instrumentation Tool – Intel. URL: <http://software.intel.com/en-us/articles/pin-a-dynamic-binary-instrumentation-tool> (visitada per última vegada el 12/01/2013)

[3] Daniel Jiménez-González i Eduard Ayguadé. Treball en col·laboració per a la millora de l'Aprenentatge Autònom mitjançant Atenea i sistemes TIC de feedback automàtic de qualitat. XV JoDoDAC 2012. URL: <http://docencia.ac.upc.edu/jododac/2012/index.htm> (visitada per última vegada el 12/01/2013).

Annex B – Exercicis del fòrum i Laboratori

CS: Computer System Book

Tema 2							D
EXERCICIS LABORATORI	4 hores						
Problema 4 Laboratori PCA EI – 1	Anàlisi de l'entorn d'execució	On és millor executar?					*
Problema 8 i 9 Laboratori PCA EI – 2	Profiling amb gprof i entendre les optimitzacions que fa el compilador amb el pi.c						**
Problema 10 Laboratori PCA EI – 3	Profiling amb Oprofile						*
Problema 13 Laboratori PCA EI – 4	Script per automatitzar les execucions a fer i la mitja						***

PROBLEMES PEL FÒRUM							
Problema CS 2.54 – 1	Problem of conversions						*
Problema CS 2.25 – 2	Casting error (unsigned -1 in the limit control of the array)						***
Problema Teoria PCA EI – 2	Pregunta sobre Amdahl						*
Problema CS 2.58 – 3	Determine endian of a machine						*

Tema 3							D
EXERCICIS LABORATORI	3 hores						
Problema 2 Laboratori PCA EI – 1	Primers, bithacks of division and multiplications						**
Problema 3 Laboratori PCA EI – 2	Memoization to memorize the trigonometric functions of a program						*
Problema 5 Laboratori PCA EI – 3	Routine Specialization of DIVIDE in pi.c						**

PROBLEMES PEL FÒRUM							
Problema 1 Laboratori PCA EI – 1	Problema de Calculs. El compilador pot fer bithacks dependent de la declaració utilitzada						**
Problema CS – 2.42 – 2	Div16 with bit hacks						**
Problema CS – 2.73 – 3	Saturating code : bit hacks						**
Problema CS – 2.9 – 4	Bithacks for mix colors						**
Problema CS – 2.10 – 5	Swap operations using bit hacks with buffering added						**

Tema 4							D
EXERCICIS LABORATORI	6 hores						
Problema 1 Laboratori PCA EI – 1	Inlining de pi.c						**
Problema 3 Laboratori PCA EI – 2	Analysis of multiplica						**
Problema 7 Laboratori PCA EI – 3	Fusion of functions of pi.c						***
Problema 8 Laboratori PCA EI – 4	Bithacks to reduce the amount of branches of pi.c						*

PROBLEMES PEL FÒRUM							
Problema CS – 5.6 – 1	Unrolling k=5						*
Problema CS – 3.57 – 2	Conditional moves but we would transform the code						**
Problema CS – 3.25 – 3	Problem to show the weight of a miss-prediction branch – cmoves						**
Problema CS – 3.61 – 4	Related to Spill of registers (Fig 3.29) – unroll						**
Problema CS – 5.20 – 5	Homer's method of polynomial evaluation (also exercises 5.5 and 5.6)						***

Tema 5							D
EXERCICIS LABORATORI	5 hores						
Problema 2 lab PCA EI – 1	Distribution sort to measure the effect of L1 misses and TLB						**
Problema 8 Laboratori PCA EI – 2	MxM: explotació de la localitat temporal de les dades						**
Problema 3-4 Laboratori PCA EI – 3	munge vectors: Anàlisi de l'impacte de l'accés no aliniat						*

PROBLEMES PEL FÒRUM							
Problema 1 Laboratori PCA EI/CS 6.45–1	Mountain: Anàlisi de la capacitat de la cache i la mida de línia						**
Problema CS – 6.8 – 2	Sum of the three dimensions						**
Problema CS – 6.9 – 3	Analysis of spatial locality						*
Problema CS – 6.47 – 4	Graph Conversion from direct to indirect						***
Problema CS – 6.35 – 5	Cache Analysis of a matrix transpose using two matrices						**

Tema 6							D
EXERCICIS LABORATORI	6 hores						
Problema 1 Laboratori PCA EI – 1	Problema de latències i número d'operacions per SIMD						**
Problema 3 Laboratori PCA EI – 2	Problemes de incrementar el "brightness" d'una imatge en una matriu 2D						*
Problema 10 Laboratori PCA EI – 3	Problemes de passar d'un tipus de RGB a YUV						**
Problema CS W5.5 – 4	SIMD and polynomial solution of Horner's						***

PROBLEMES PEL FÒRUM							
Problema Teoria PCA EI – 1	Problema de detecció de dependències indicant el tipus i si es pot vectoritzar o no						**
Problema Laboratori PCA EI – 2	Problema de fer un swap amb instruccions SIMD, aprofitant el BW d'accés a memòria						*
Computer System W5.1 – 3	Vectorització d'un exercici senzill						*
Computer System W5.2 – 4	Integrate 16-byte access to memory						**
Computer System W5.3 – 5	SIMD and the alignment problem of the vectors						**