

Primeres aproximacions a la creació d'un mètode de mesura, gestió i estadística de la capacitat de salt a partir de l'avaluació de temps de vol i temps de contacte en una plataforma de contactes amb programari i maquinari lliure. Projecte ChronoJump.

Xavier de Blas Foix

L'avaluació de la capacitat de salt és un problema que tradicionalment ha preocupat professionals de la motricitat d'arreu. Al segle passat, es van descriure nombrosos tests que comprenien una determinada manera d'execució i un mètode d'avaluació, de vegades, basats en complexes instrumentacions de les quals no es pot comprovar el funcionament intern.

L'article que es presenta exposa un mètode per al mesurament dels distints salts trobats en la bibliografia mitjançant l'ús d'un conjunt de tecnologies de les quals sí que es pot comprovar la validesa, fiabilitat i objectivitat, ja que tant el codi del programari com del maquinari és lliure. La instrumentació va un pas més enllà i facilita, a més de la mesura, la gestió i l'estudi dels esdeveniments d'aquests salts.

El projecte que es descriu, ChronoJump¹, es preocupa també de la distribució del programari, de facilitar eines de construcció de tot el maquinari i de la seva validació, que funcioni correctament a gairebé qualsevol ordinador, que es disposi de versions en el major nombre de llengües possible i de la realimentació de l'usuari.

Finalment, s'apunten algunes línies de futur entre les quals destaca la creació d'una estructura client-servidor que permetria tenir una base de dades mundial en l'estudi del salt.

Introducció

Molts dels esdeveniments esportius es caracteritzen per ser molt breus i, per tant, difícils d'apreciar per l'ull humà. En un fora de joc, per exemple, el linier ha de percebre en el "moment just" de la passada si alguna part del cos del davanter que rebrà la pilota està més avançada que qualsevol part del cos del defenses con-

1. <http://chronojump.software-libre.org>

traris. La diferència entre aquestes distàncies pot ésser d'uns 10 centímetres, mesura difícil d'establir a ull nu, i més si tenim en compte que l'amplada del camp pot ser de 45-90 metres, que el passador conforma un triangle d'una alçada probablement superior a 40 metres i que el "moment just" és un interval de temps que ha de tendir a zero. Al linier i l'àrbitre se'ls presenta l'oportunitat de decidir davant d'un esdeveniment pel que no poden estar mai prou preparats.

La solució al problema proposat seria incorporar un microxip emissor a les botes de cada jugador i un a la pilota, els quals serien detectats per un aparell que captaria les coordenades cartesianes bidimensionals de les 45 entitats. D'aquesta manera tindríem la ubicació de tots els agents que ens interessin, tot i que caldria modificar el reglament per tal que fos el peu més avançat el que decidís si s'està o no en fora de joc, o fins i tot el punt mig entre els dos peus.

De la mateixa manera, en una cursa de 100 metres, la pistola de sortida i la cèl·lula fotoelèctrica d'arribada estan connectades a un dispositiu cronometrador, que, afegit al conegut "foto-finish", permet no solament determinar qui és el guanyador, sinó, a més, tenir un cronometratge prou precís de la cursa. Ningú ha d'activar el cronòmetre quan se senti la senyal, sinó que aquest s'activa automàticament.

Si les dues metodologies exposades destaquen per l'increment de precisió respecte als nostres sentits en la qualitat de mesurar l'esdeveniment esportiu, la solució que es presenta en aquest article destaca, a més a més, per les capacitats de gestió, anàlisi i presentació de resultats que ofereix, dirigits a partir d'ara a l'avaluació de la capacitat de salt.

Marc Teòric

El salt és una habilitat motriu bàsica que es troba present en gran nombre de gestos esportius, així com en especialitats concretes de l'atletisme. La mesura del salt és també un indicador de la força i la potència del tren inferior. S'ha descrit, a més, un mètode per a estimar indirectament (amb els salts CMJ i RJ15 que es veuran a continuació) el percentatge de fibres lentes i ràpides sense recórrer a la biòpsia muscular (Bosco C., 1987).

Els tipus de salts usats per a mesurar la capacitat de salt són molt diversos. Per a la seva anàlisi caldria anomenar las variables que hi intervenen, que són: amb cursa o des de parats; amb una o dues cames; verticals o horitzontals; amb impuls d'altres elements corporals com braços, cap i tronc o sense; amb impuls previ o sense; amb caiguda des d'una alçada determinada o sense; amb elements impulsors externs com el trampolí o sense; salts repetitius o salt simple. Cada especialitat esportiva té unes característiques pròpies, per aquest motiu quan s'ha de valorar el salt dels qui hi participen, cal escollir la modalitat de salt que més s'hi ajusti. (De Blas, X., García-Fojeda, A., Lapuente, M., Áquila, F. i Cebolla, J., 1999).

Un cop anomenades les diferents variables, es mostra a continuació un recull dels salts que s'han tipificat a la bibliografia:

- **Test de Seargent:** salt vertical des de parat, realitzant una flexió de cames de 90 graus, per a, impulsant-se amb cames, tronc i braços, arribar a una alçada màxima amb un dels dos braços.
- **Test d'Abalakov:** semblant al de Seargent però mesurant amb una cinta mètrica de no-retorn que uneix la cintura amb el terra.
- **Test de Bosco** (Bosco, C., 1994), que comprèn diversos salts:
 - **Squat Jump (SJ):** es parteix de parat, amb flexió de genolls de 90 graus, tronc recte i mans a les cintures, i s'executa un salt vertical sense ajudar-se ni amb els braços ni amb el tronc. Entre d'altres qualitats/capacitats que mesura, el SJ és un indicador de la força explosiva.
 - **Squat Jump amb càrregues variables** (l'anomenarem SJ+): com l'anterior però col·locant càrregues al cos. Aquestes es diferenciarien per la seva massa (Kg) o com a percentatge respecte al pes del subjecte. L'estudi dels resultats amb l'aplicació de diferents càrregues permet construir gràfiques força-velocitat.
 - **Counter Movement Jump (CMJ):** similar al SJ però dempeus i realitzant un contramoviment fins arribar als 90 graus de flexió de genolls. Aquest salt permet obtenir la força elàstica.
 - **Drop Jump (DJ):** similar al CMJ però deixant-se caure des d'una alçada determinada. És indicador de força explosiva-balística-reactiva.
 - **Reactive Jump (RJ):** salts DJ repetits un nombre determinat de vegades o durant un temps determinat. La successió de salts permetrà conèixer la potència anaeròbica làctica o la resistència anaeròbica làctica, segons la durada de l'exercici.
- **Salts específics:** qualsevol salt particular d'una tècnica esportiva.

Cal recordar que aquests tests s'han d'entrenar prèviament, per tal de "minimitzar els factors lligats a la tècnica d'execució, i deixar les variacions en els resultats a modificacions en la força" (Aguado, X., Grande, R., López i J.L., 1999, p. 22). En el cas del SJ, i atesa la dificultat que suposa executar-lo correctament, alguns autors proposen canviar-lo pel CMJ, argumentant que no és desitjable arribar a conclusions errònies amb el SJ, i que hi ha correlació entre ambdós (González, J.J. i Gorostiaga, E., 1995). En darrer lloc, cal considerar que les condicions prèvies d'escalfament han de ser sempre les mateixes ja que aquest influeix notablement en el resultat. (Esper, A., 2000)

Un cop s'han mostrat els diferents salts, se citen les fórmules que ens permeten obtenir índexs que puguin ésser d'utilitat per a l'estudi de la capacitat de salt i d'altres conceptes associats:

Alçada del CdG en el salt. Tot i que cal advertir que aquest càlcul té un 3,55% d'error en el salt CMJ i un 7,40% en el RJ (Hatze, H., 1998), a causa de les errades de mesura que es produeixen perquè els genolls es troben més flexionats en la recepció que en l'impuls. (Frick, U., Schmidtbleicher, D. i Wörn, C., 1991)

$$S = S_0 + V_0 * t + \frac{at^2}{2}; S = 4.9 * \left(\frac{t}{2}\right)^2$$

Índex de Bosco (a González, J.J. et al., 1995)

$$Index = relació FIV = \frac{SJ}{SJ_{pc}}$$

SJpc: salt amb càrrega equivalent al pes corporal

Índexs força-velocitat de Vélez (Vélez, U., 1992)

$$F - V_{100\%pc} = \frac{(SJ - SJ_{pc})}{SJ} * 100$$

$$F - V_{50\%pc} = \frac{(SJ - SJ_{50\%pc})}{SJ} * 100$$

Índex d'elasticitat IE (Bosco, C., 1984)

$$IE = \frac{(CMJ - SJ)}{SJ} * 100$$

Índex d'utilització de braços IUB

$$IUB = \frac{(ABK - CMJ)}{CMJ} * 100$$

Corba Força/Velocitat, usant com a força el pes si no es coneix aquesta en Newtons (González, J.J. et al., 1995), i la velocitat és l'angular dels genolls, que caldrà determinar amb algun altre instrument.

Corva de potència (González, J.J. et al., 1995)

$$P = (P_c + P_b) * 9.81 * \sqrt{2} * 9.81 * h$$

Pc: pes corporal; *Pb*: pes addicional (una barra d'halterofília en aquest cas);

h: alçada del salt en metres

Potència en RJ (Aguado, X., 1997)

$$P = \frac{9,81^2 * T_v * T_t}{(4 * ns * (T_t - T_v))}$$

Tv: temps de vol total; *Tt*: temps total; *ns*: nombre de salts

Capacitat total (Aguado, X., 1997)

$$CT = (SJ_{PC}) + (SJ - SJ_{PC}) + (ABK - CMJ) + (DJ - ABK)$$
$$100\% = (CC\%) + (CRS\%) + (CE\%) + (CB\%) + (CR\%)$$

CC: capacitat contràctil; CRS: component de reclutament instantani i sincronització de fibres musculars; CE: capacitat elàstica; CB: capacitat d'utilització de braços; CR: component reflex

Per a més informació d'aplicacions, correlacions, valors de referència i qualitats/capacitats que mesuren els diferents salts, es recomana la lectura de "Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al rendimiento deportivo", de González, J.J. i Goriostiaga, E. (1995), pàgines 267 a 300, així com la recomanació bibliogràfica que acompanya el producte Axon Jump².

A continuació es descriuen els antecedents que s'han trobat en la mesura del salt amb plataforma de contactes.

El paquet integrat més difós és el *Ergo Jump Boscosystem*® (Bosco, C., Luhtanen, P., Komi, V., 1983), que consisteix en una plataforma conductiva connectada a un sistema de cronometratge electrònic que és accionat pel subjecte en el moment de l'abandonament de la plataforma, així com en la recepció, de manera que s'obté el temps de vol i el temps de contacte. Aquest sistema està connectat a un ordinador de butxaca PSION-CM®.

Tot i que el sistema *Ergojump* es considera un gran avenç en els estudis de camp en matèria esportiva, De Blas, X. et al., (1999) hi observen algunes deficiències: el preu elevat de l'equip, la incapacitat d' anotació de les dades automàticament, la impossibilitat de connexió a un PC, l'observació de problemes de fiabilitat en funció de les diferents versions de l'ordinador PSION en què es muntava el programa i la impossibilitat de revisió-actualització del programa per part dels usuaris a causa de la seva llicència "tancada".

El programa *Salta* apareix com a resposta a les problemàtiques que els seus autors havien detectat en el sistema *Ergo Jump*. Aquest funcionava en qualsevol PC que pogués tenir el sistema operatiu MS-DOS i captava les dades enviades per una plataforma de contactes similar a la que s'oferia en el producte de *Boscosystem*, i es connectava al PC pel port paral·lel. L'aparició dels sistemes operatius Windows XP i la decisió de la companyia Microsoft® de no permetre que els programes MS-DOS siguin executats³, va propiciar la creació del programa *Gsalta*⁴, que es va escriure per a sistemes GNU/Linux⁵ (tot i que podria funcionar en d'altres) i que es protegia sota la llicència de software lliure GPL⁶.

2. http://www.axn.com.ar/Axon_bibliografia.htm

3. Tot i que es descriu una forma de funcionar poc convencional en sistemes XP:

<http://www.deporteyciencia.com/article.pl?sid=04/01/03/1910204&mode=nested>

4. http://deporteyciencia.com/programa_gsalta

5. <http://linux.com>

6. <http://www.gnu.org/licenses/licenses.html#GPL>

La innovació principal de *Gsalta* era que el seu codi font es trobava disponible a la xarxa i que aquest es protegia sota una llicència de *programari lliure*⁷, un programari que aposta per la llibertat de informació i la cooperació en el desenvolupament (Raymond, E. 1999), característiques que es corresponen amb el model obert de la ciència, (model que ha demostrat ser la millor manera de creació de informació), i les obligacions de la seva Ètica, com són: 1) les fonts han de ser citades; 2) la solució no es pot mantenir en secret (Pekka, H., 2002). A més, aquesta era de tipus *Copyleft*⁸, que implica que a més que es facilita el codi font i es permeten tot tipus d'adaptacions, qualsevol treball derivat haurà de tenir la mateixa llicència. D'aquesta manera no es permet una apropiació de l'eina ni de les seves reimplementacions.

Si es té en compte que la *revisió de parells* és un dels pilars sobre el qual s'assenta el model modern de la ciència, es considera inacceptable realitzar recerca científica usant els resultats de metodologies "tancades" tant pel que fa al programari com al maquinari. Cal dir que la enginyeria del software té menys de 25 anys, i el seu estat actual de desenvolupament no permet dictaminar quins mètodes de programació condueixen a menys errades, ni tampoc establir si un algorisme -o consecució ordenada i finita de passes que permeten arribar a una fi- soluciona o no el que hauria de resoldre. Si l'algorisme és públic, qualsevol auditoria externa podrà concloure la validesa del mètode i les dades obtingudes, i ho podrà fer abans, durant o després de la recerca; per altra banda, extreure conclusions basades en mesures de dubtosa procedència vulnera el ja comentat principi de revisió de parells. Com a exemple, el Grup Sobreentrenamiento⁹ està comercialitzant una metodologia similar a la que es presenta en aquest projecte quant a les característiques tècniques citades, anomenat *Axon Jump*, però que adverteix que es perd la garantia si "s'obre la plataforma intencionalment"¹⁰.

El programa *Gsalta*, malauradament, no ha gaudit mai d'una maduresa suficient com per a ser publicat, i alguns dels seus autors han abandonat el desenvolupament per a dedicar-se al projecte ChronoJump.

S'ha trobat també el programa *WinLaborat*¹¹, del qual no s'ha pogut fer una avaluació fins a la data.

OBJECTIUS

Els objectius d'aquest projecte són els següents:

- Crear una eina informàtica lliure multiplataforma que permeti:
- Mesurar les distintes fases temporals del salts del protocol de Bosco de forma vàlida, fiable i objectiva.
- Vincular els salts a persones i sessions i facilitar la gestió entre aquestes tres entitats de relació.

7. Definició de "lliure" al lloc web de Debian: <http://www.debian.org/intro/free.ca.html>

8. <http://www.gnu.org/licenses/licenses.html#TOC.WhatIsCopyleft>

9. <http://www.sobreentrenamiento.com>

10. <http://www.sobreentrenamiento.com/ShopCE/Productos.asp?idp=815> (apartat "garantia")

11. <http://www.efdeportes.com/winlab/>

Obtenir taules estadístiques amb els tests i índexs associats als salts de forma automatitzada.

Representar gràficament totes les taules estadístiques obtingudes.

Exportar els salts a *XML* i *HTML*.

Crear informes en format *XML*, *PDF* i *HTML* a partir de plantilles.

Proporcionar formes de construcció i validació de l'eina.

Compilar l'eina per al major nombre de sistemes operatius possible.

Traduir l'eina en el major nombre de llengües possible, i d'altres *localitzacions* com el format de representació de dades numèriques.

Distribuir-ne l'eina i actualitzacions periòdicament per tot el món.

Mantenir un entorn de preguntes i respostes, *feedback* de peticions i contribucions.

MATERIAL I MÈTODE

En aquest apartat s'especificarà de quina manera es proposa aconseguir cadascun dels objectius enunciats anteriorment. A causa del nombre d'objectius presentats, aquests s'aniran citant un altre cop per a facilitar la lectura de l'article.

OBJ 1: "Crear una eina informàtica lliure multiplataforma que permeti:"

Aquesta "eina" estarà composta per:

1. Una plataforma de contactes que envii un senyal elèctric diferent en funció de si el subjecte hi és al damunt o si és a l'aire seguint les indicacions de De Blas, X. Buscà, B. i Daza, G., (2004). També s'apunta la possibilitat d'usar una plataforma de contactes a partir d'un "tapet" de videojoc adaptat (Cárdenas, E., 2004).
2. Un circuit integrat o PIC (maquinari) per a la mesura precisa i fiable del temps transcorregut entre els canvis d'esdeveniment que envia la plataforma. S'usarà una derivació del microcontrolador *Skypic*¹². Aquest microprocessador enviarà els registres "crus" a l'ordinador usant el port sèrie o l'USB.
3. Un programari que gestioni les dades enviades pel circuit integrat conjuntament amb la lògica de subjectes i sessions, i amb la resta de característiques que es presenten: càlcul d'índexs, presentació de taules comparatives de dades, representació gràfica, creació d'informes i estadística.

El programari serà lliure quan respecti les directrius de programari lliure dictades per la fundació GNU¹³, tot i que es recomana que compleixi també les DFG¹⁴ (Debian Free Software Guidelines) i les normes dictades per l'OSI¹⁵ (Open Standard Institute). Com la llicència que s'atorgarà tant al programari com al maquinari serà la GPL (GNU Public License), es garanteix que tots els estaments la consideraran lliure.

Un dels avantatges que ofereix un producte lliure radica en el *cercle de vida* d'aquest, així com en el programari propietari s'hi comercialitza un producte i serveis associats durant 3-5 anys, i després cal crear un substitut, en el programari

12. <http://www.learobotics.com/proyectos/skypic/skypic.html>

13. <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.html>

14. http://www.debian.org/social_contract.ca.html

15. <http://www.opensource.org/docs/definition.php>

lliure, la disponibilitat del codi font amplia aquest cercle de vida fins a l'infinit. (Romeo, A. i García, J., 2003)

El microcontrolador es programarà usant també programari lliure per tal de no haver de dependre de cap fabricant en la seva elaboració (González, J. i Prieto-Moreno, A., 2004). Malauradament, no hi ha una definició unificada que pugui servir per a catalogar un maquinari com a lliure o no, tot i que el creador del projecte GNU, Richard Stallman, ha postulat que les idees del programari lliure es poden aplicar als fitxers necessaris per al seu disseny i especificació, però no al circuit físic en si. (Stallman, R., 1999).

El concepte *multiplataforma* no es refereix en aquest cas a la plataforma de contactes, sinó que ha de ser capaç de funcionar correctament en el major nombre de sistemes operatius possible. Per a aquest objectiu, s'usarà la *Infraestructura de Llenguatge Comú CLI*¹⁶, que permet que programes escrits en diferents llenguatges puguin operar de forma conjunta, dóna als programes la possibilitat de descriure's a si mateixos i proporciona un entorn d'execució vàlid per a diferents plataformes (Mayo, J. 2002, p. 4). La implementació usada serà *Mono*¹⁷, una distribució lliure de CLI que funciona correctament a *Windows, Linux, MAC OS X*, i als *hardwares x86, PowerPC*, i *SPARC* (Dumbill, E. i Bornstein, N.M., 2004). Els mateixos autors adverteixen: "si no hi ha cap raó per a restringir la portabilitat d'una aplicació, per què fer-ho?" p.241. S'adjunta a continuació un paràgraf de Jordi Mas que explica el funcionament de *Mono* com a màquina virtual:

"A diferència dels programes tradicionals que s'executen sobre el sistema directament, els programes a la plataforma Mono s'executen en un entorn controlat d'execució conegut com la màquina virtual. Aquest entorn proporciona nombrosos avantatges sobre l'execució tradicional directa: gestió de memòria automàtica (el sistema s'encarrega de recuperar automàticament la memòria no usada per les aplicacions simplificant la gestió a les aplicacions), un entorn segur d'execució (on podem definir els recursos físics i lògics als quals l'aplicació té accés), i un sistema de control d'errades i execució que permet una gestió d'errades avançada." (Mas, J., 2004).

Aprofitant que *Mono* permet l'ús de diversos llenguatges de programació, per al programari s'usarà *C#*, i per al maquinari *C*, com a llenguatge de "baix nivell", cosa que implica que treballa amb el mateix tipus d'objectes que les computadores: caràcters, nombres i adreces, que poden ser combinats i canviats de lloc pels operadors aritmètics i lògics de les màquines reals. (Kernighan, B., Ritchie, D., 1991)

OBJ 1.1: "Mesurar les distintes fases temporals del salts del protocol de Bosco de forma vàlida, fiable i objectiva."

Les característiques que cal exigir a qualsevol instrument de mesura són: validesa, fiabilitat i objectivitat. (Blázquez, D., 1990)

16. Standard FCma-335: Common Language Infrastructure (CLI) <http://www.ecma-international.org/publications/standards/Fcma-335.htm>

17. <http://go-mono.com>

Sabent que un test és vàlid quan mesura allò que se suposa que hauria de mesurar, en el cas que ens ocupa: obtenir l'alçada d'elevació del CdG d'un subjecte a partir del temps de vol d'aquest, és del tot vàlid perquè així ho demostren les lleis de la física mecànica sempre que la posició de sortida del cos sigui igual a la d'arribada, cosa que ha de succeir si el salt s'ha realitzat correctament. Es recorda que l'aprenentatge previ del salt és una premissa per a realitzar-lo.

Quant a la fiabilitat o estabilitat dels resultats, es comenta que els nous sistemes operatius multitasca no són adequats per a mesurar esdeveniments perquè ja de forma teòrica s'estima que és més que probable que el sistema estigui "entretengut" en qualsevol altra cosa en el moment de mesurar el que se li demana, cosa que provoca que aparegui un retard aleatori que no és més que una mesura de baixa fiabilitat. Per aquest motiu, s'inclou en el mètode un microprocessador extern especialitzat que ha de garantir la no-aparició d'errada aleatòria. Caldrà realitzar, però, tests amb senyals convenientment modulats per a estudiar el comportament d'aquest PIC amb els "rebots" de l'electrònica.

L'objectivitat serà màxima tenint en compte que l'observador és una màquina. Tot i que la figura de "l'examinador" continua present, només se li demana que estigui format en la diagnosi de salts correctes o incorrectes, tasca que no ha de suposar cap problema perquè es torna a incidir en el fet que els esportistes han de saber realitzar els salts amb correcció, i els patrons d'execució es troben clarament exposats a la bibliografia.

OBJ 1.2: "Vincular els salts a persones i sessions i facilitar la gestió entre aquestes tres entitats de relació."

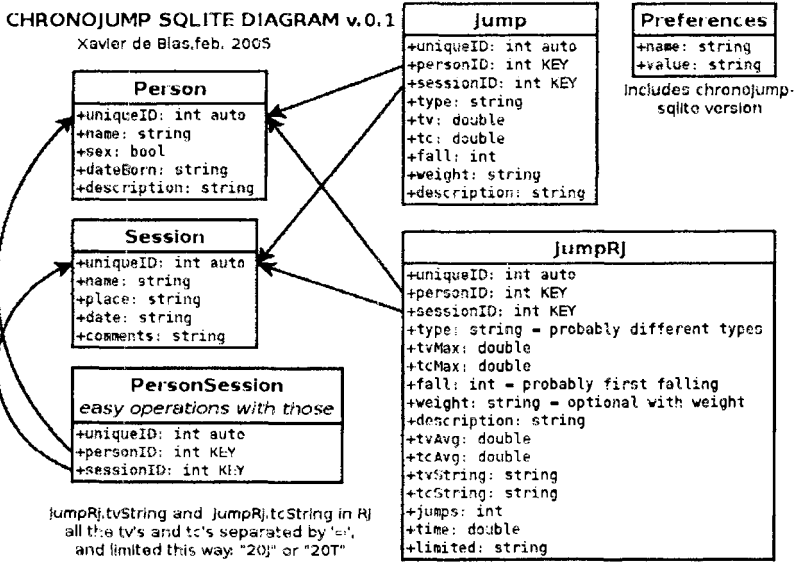
La vinculació de les entitats: *subjecte*, *salt*, i *sessió* permet associar automàticament cada salt al seu "autor" i en el seu "moment", de manera que no sigui necessari anar anotant en un paper i després introduint en un ordinador els resultats per tal de realitzar-ne els càlculs. Aquesta gestió es considera capital per a la disminució de l'errada accidental, errada que, a diferència de la sistemàtica, és variable i depèn de la persona (Aguado, X., 1993). A més, cal advertir que una gestió incorrecta de la informació provoca retards excessius en la interpretació, pèrdua de dades i fins i tot la impossibilitat de recuperar-les. (Storey, D., 2000)

La correspondència de les dades es concreta en una base de dades relacionals *SQLITE*¹⁸, que és una petita llibreria de C que implementa un motor de base de dades *SQL* ja preconfigurat, autocontingut de versió reduïda i encastable que emmagatzema les dades en un únic fitxer de text pla, i que afortunadament es troba integrada a *Mono*¹⁹. La referència per a l'estudi de *SQL* usada és "Edición Especial MySQL" de Paul Dubois (2001).

18. <http://sqlite.org>

19. <http://www.go-mono.com/sqlite.html>

A continuació s'inclou un disseny de la base de dades relacional:



D'aquesta manera, consultar els temps de vol dels salts de tipus CMJ que hi ha hagut a la sessió 3 fets per un home seria:

```
SELECT tv FROM jump, person WHERE type="CMJ" AND sessionID=3 AND sex="true" AND jump.personID = person.uniqueID;
```

Es demana disculpes per la concepció de sex="true" per a l'home i sex="false" per a la dona, però és la forma d'expressar el que a l'àlgebra de Boole s'entén per '1' i '0', i que tradicionalment s'usa en fulls de càlcul i bases de dades com a distinció entre sexes. Per a comparar els valors màxims de cada salt simple, excepte el "DJ", en tots els subjectes i entre les sessions 1, 25 i 26, retornant el nom del saltador, el tipus de salt, el temps de vol i la sessió agrupats per tipus de salt i sessió i ordenats per nom, tipus de salt i sessió, es faria:

```
SELECT name, type, MAX(tv), sessionID FROM jump, person WHERE jump.personID = person.uniqueID AND type != "DJ" AND ( sessionID = 1 OR sessionID = 25 OR sessionID = 26 ) GROUP BY type, sessionID, ORDER BY name, type, sessionID;
```

Les consultes descrites serien preparades pel mateix programa basant-se en les seleccions de l'usuari a partir de simples *widgets* o botons d'interacció.

OBJ 1.3: "Obtenir taules estadístiques amb els tests i índexs associats als salts de forma automatitzada."

La potència del llenguatge estàndard de consulta a base de dades (*SQL*) ens ha de permetre realitzar qualsevol càlcul de forma senzilla i elegant. Com a exemple, per a trobar els 3 millors valors de l'índex de potència d'Aguado en RJ a la sessió 7 es faria:

```
SELECT person.name, person.sex, jumpRj.jumps, jumpRj.time, jumpRj.tvAvg, (9.81*9.81 *
tvavg*jumps * time / ( 4 * jumps * (time - tvavg*jumps) ) ) AS potency FROM jumpRj, per-
son WHERE type = 'RJ' AND jumpRj.sessionID = 7 AND jumpRj.personID = person.uniqueID
ORDER BY potency DESC LIMIT 3;
```

Acompanyant els resultats, s'oferiran mitjans estadístics per a la presentació de dades, com distribucions de freqüències i histogrames, a més d'índexs univariants de mesura de tendència central, de dispersió i de posició. S'han publicat obres específiques d'estadística aplicada a l'esport que poden ser de gran ajuda, com la de Toni Planas (1999).

OBJ 1.4: "Representar gràficament totes les taules estadístiques obtingudes."

Per a les gràfiques s'usarà la llibreria de tercers: *NPLOT*²⁰, que té una llicència *BSD*²¹, així es podran servir gràfiques en el programa sense cap mena de restricció legal. A data d'enviament d'aquest article, encara no es pot usar *NPLOT* sobre la versió de *MONO* que es distribueix a la branca *Sid* de *Debian*²² (la 1.0.4), però sí en la versió 1.0.5 i en la de desenvolupament.

OBJ 1.5: "Exportar els salts a *XML* i *HTML*.", i **OBJ 1.7:** "Crear informes en format *XML*, *PDF* i *HTML* a partir de plantilles."

El format autodescriptiu *XML*²³ es tria com a mitjà de transformació de les dades cap a qualsevol altre format. Aquestes operacions es realitzen a partir de *plantilles de transformació XSLT*²⁴ que es poden crear fàcilment, així totes les dades del programa sempre podran ser exportades sense que es produeixi "apropiació" d'un conjunt de dades per part d'un programari concret. Amb aquesta estructura resultarà trivial oferir a l'usuari la creació d'informes de les dades obtingudes i els càlculs estadístics desitjats intrasessió o intersessió.

OBJ 2: "Proporcionar formes de construcció i validació de l'eina."

Quant al programari, cal mostrar al futur usuari la manera d'obtenir-lo *compilat* —és a dir preparat ja perquè funcioni a qualsevol sistema—, com *compilar-lo* —és a dir, convertir el text escrit pel programador en codi executable per la màquina—, i com obtenir les *llibries* necessàries per a executar-lo o compilar-lo depenent de l'*arquitectura* de l'usuari. Serà necessari també presentar les diferents

20. <http://netcontrols.org/nplot/>

21. <http://www.bsd.org/>

22. <http://www.debian.org/>

23. <http://www.xmlsoft.org/>

24. <http://www.w3.org/TR/xslt>

formes de construcció de la plataforma de contactes especificant el material requerit. En darrer lloc, per al microcontrolador, cal facilitar-ne esquemes de construcció, així com contactar amb alguna empresa perquè el comercialitzi a baix cost per a qui estigui interessat.

OBJ 3: “Compilar l'eina per al major nombre de sistemes operatius possible.”

Tot i que en el punt anterior s'indica com es pot realitzar la compilació, a molts usuaris els espanta haver de fer aquest procés. Així, es recomana mantenir versions actualitzades ja preparades per a qualsevol arquitectura de les que suporta *Mono*, de manera que l'usuari simplement s'hagi de baixar el programa de la xarxa i executar-lo sota la *màquina virtual*.

OBJ 4: “Traduir l'eina en el major nombre de llengües possible, i d'altres *localitzacions* com el format de representació de dades numèriques.”

Gràcies a l'eina *Gettext*²⁵, es generaran fitxers *POT* que contenen totes les cadenes de text a traduir, i que seran convertides a diferents fitxers per a cadascuna de les llengües que convingui. Es demanaran els serveis del *Gnome Translation Project*²⁶ que disposa d'equips de traducció per tot el món²⁷, i que està disposat a traduir-ne permanentment el programari lliure i la documentació de forma gratuïta sempre que s'usi el CVS de *GNOME*²⁸.

La tecnologia *locale*²⁹ permet que qualsevol usuari entengui, entre altres coses, la presentació numèrica de les dades, ja que aquestes s'adapten automàticament als seus “trets culturals”.

OBJ 5: “Distribuir-ne l'eina i actualitzacions periòdicament per tot el món.”

Es contacta amb diferents desenvolupadors de distribucions de programari lliure com *Debian*, *RedHat*³⁰, *Mandrake*³¹ i *Gentoo*³², perquè posin el programa compilat a l'abast de tothom. Per a distribucions com *Ubuntu*³³ no caldrà contactar-hi, perquè aquesta ja compila tots els *paquets* disponibles per a *Debian*.

Com que el maquinari lliure té naturalesa física, s'experimenten problemes de distribució que no apareixen en el programari, tal com descriuen González, I., González, J. i Gómez-Arribas F. (2003):

Un disseny físic és únic, i no és possible la compartició tal com es coneix amb el programari.

La compartició té associat un cost.

Pot haver-hi problemes de disponibilitat dels components.

25. <http://www.gnu.org/software/gettext/>

26. <http://developer.gnome.org/projects/gtp/>

27. <http://developer.gnome.org/projects/gtp/teams.html>

28. <http://gnome.org>

29. <http://www.opengroup.org/onlinepubs/007908799/xbd/locale.html>

30. <http://www.redhat.com/>

31. <http://www.mandrakelinux.com>

32. <http://www.gentoo.org/>

33. <http://www.ubuntulinux.org/>

Tal com s'ha apuntat anteriorment, caldrà facilitar-ne tota la informació de construcció i contactar amb alguna empresa distribuïdora.

OBJ 6: “Mantenir un entorn de preguntes i respostes, *feedback* de peticions i contribucions.”

Es crea la pàgina web <http://chronojump.software-libre.org>, com a pàgina pública del projecte, i

- <https://software-libre.org/projects/chronojump/>, com a pàgina de desenvolupament. A aquesta última s'activen 4 llistes de correu per a mantenir el *feedback* amb els usuaris. Les llistes creades són:
- [chronojump-developers](#): per a discussió sobre el desenvolupament.
- [chronojump-general-en](#): per a discussió entre usuaris, peticions, i detecció d'errades... en anglès.
- [chronojump-general-es](#): com l'anterior però en castellà.
- [chronojump-releases](#): per a publicar informació de noves versions (de baix tràfic).

PERSPECTIVES DE FUTUR

Es descriuen a continuació línies de treball que es poden seguir un cop s'hagin assolit els objectius proposats fins ara.

- **Salts específics:** Incloure i actualitzar periòdicament un llistat extens de salts específics, i a més facilitar-ne la creació per part dels usuaris. Caldrà modificar la base de dades i preveure inconsistències entre versions d'aquesta.
- **Temps de reacció:** Reproduir un senyal acústic o visual a l'esportista, que haurà de tocar o sortir de la plataforma en percebre l'esdeveniment. Cronometrar l'esdeveniment des de l'exposició del senyal.
- **Augmentar les exportacions:** Oferir més possibilitats d'exportació de dades sempre basant-se en un document XML generat “al vol”.
- **Barreja de bases de dades:** S'han de preveure mecanismes per ajuntar diferents fitxers de bases de dades en un sol arxiu per tal que els entrenadors que hagin treballat en diferents entorns puguin interpretar les seves dades de forma conjunta.
- **Cronometratge entre plataformes:** No serà complex gestionar més d'una plataforma per a cronometrar circuits o curses.
- **Validació de salt per vídeo:** Es podria mostrar una reproducció digital de la seqüència del salt per tal de decidir si aquest és correcte o no. Es durà a terme gestionant la filmació digital d'un objecte control i de l'execució, i presentant a l'usuari la possibilitat de calcular angles corregits respecte a l'objecte citat. Aquesta aplicació serviria també per a estudiar criteris de qualitat dels salts, com la flexió prèvia de genolls òptima en una determinada tècnica esportiva o velocitats angulars en l'execució.
- **Servidor ChronoJump:** Un servidor associat a aquesta tecnologia permetria que els entrenadors poguessin compartir els registres dels esportistes —ocultant els noms

d'aquestos, si es desitja →, creant una base de dades a nivell mundial que serà molt profitosa per a tot tipus de comparacions, tot i que s'hauran d'estudiar mecanismes per a garantir que les dades s'han obtingut correctament i que pertanyen al grup que s'especifica.

CONCLUSIONS

En tractar-se aquest article de només unes primeres pistes per a la concreció d'aquest projecte i essent un treball que no ha formulat hipòtesis, no es creu oportú apuntar conclusions en aquest moment a excepció de la simple repetició del títol:

És possible crear un mètode de mesura, gestió i estadística de la capacitat de salt a partir de l'avaluació de temps de vol i temps de contacte en una plataforma de contactes amb programari i maquinari lliure

Com a apunt final, es demana a tothom que hi estigui interessat que s'adreci a la llista de correu chronojump-general-es per a fer comentaris al voltant de la metodologia o per a proposar característiques que desitjaria veure incorporades, i es recorda que a la pàgina pública del projecte, <http://chronojump.software-libre.org>, s'hi troben captures de pantalla actualitzades.

BIBLIOGRAFIA

- Aguado, X.; Izquierdo, M.; González, J.L. (1997). *Biomecánica fuera y dentro del laboratorio*. León: Universidad, Secretariado de Publicaciones.
- Aguado, X. (1993). *Eficacia y técnica deportiva*. Barcelona: INDE.
- Aguado, X.; Grande, R.; López, J.L. (1999). Consideraciones sobre conceptos y clasificaciones de la fuerza muscular desde el punto de vista mecánico. Dins Ferro, A. (Comp.), *Biomecánica de la fuerza muscular y su valoración: Análisis cinético de la marcha, natación, gimnasia rítmica, bádminton y ejercicios de musculación*, vol. (ICD 21), p. 7-26. Madrid: Ministerio de Educación y Cultura, Consejo Superior de Deportes.
- Blázquez, D. (1990). *Evaluar en educación física*. Barcelona: INDE.
- Bosco, C., (1987). Valoraciones funcionales de la fuerza dinámica explosiva y de la potencia anaeróbica aláctica con el test de Bosco. *Apuntes de medicina del deporte*. vol. (XXIV), p. 151-158.
- Bosco, C.; Luhtanen, P.; Komi, V. (1983). A symple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology*, vol. (50), p. 273-282.
- Bosco, C. (1994). *La valoración de la fuerza con el test de Bosco. Deporte & Entrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.
- De Blas, X.; García-Fojeda, A.; Lapuente, M.; Águila, F.; Cebolla, J. (1999). Programa informático para la medición y gestión de tiempo de vuelo y tiempo de

- contacto durante el salto. *Actes del Quart Congrés de les Ciències de l'Esport, l'Educació Física i la Recreació*, p. 489-498. Lleida: Generalitat de Catalunya.
- De Blas, X.; Buscà, B.; Daza, E. (2004) *Instrucciones para la construcción de una plataforma de contactos para la medición de la capacidad de salto/s* [en línea]. Accessible a http://www.deporteyciencia.com/wiki.pl?Plataforma_Contactos_Fabricacion (consulta 13-1-05).
 - Cárdenas, E. (2004). *Desarrollo de Prototipo de Plataforma y Programa de Computación, para Evaluación de Salto Vertical adaptado de Tapete de Videojuego* [en línea]. Accessible a: http://www.deporteyciencia.com/wiki.pl?Plataforma_Con-tactos_Con_Tapete_Videojuego1 (consulta 13-1-05).
 - Dubois, P (2001) *Edición especial MySQL*. Madrid: Pearson Educación, S.A.
 - Dumbill, E.; Bornstein, N.M. (2004). *Mono: A Deveper's Notebook*. EUA: O'Reilly Media.
 - Esper, A. (2000). Influencia de distintos tipos de calentamientos musculares sobre la saltabilidad. *Revista Digital de Educación Física* [En línea], Año 5 - Nº 25 - Septiembre de 2000. Accessible a <http://www.efdeportes.com/efd25a/calen.htm> (consulta 13-1-05)..
 - Frick, U.; Schmidbleicher, D.; Wörn, C (1991). Comparison of biomechanical methods for determining the height of vertical jumps. *Leistungssport*, núm. (2), p. 48-53.
 - González, I.; González, J.; Gómez-Arribas, F. (2003). *Hardware libre: clasificación y desarrollo de hardware reconfigurable en entornos GNU/Linux* [en línea]. Accessible a <http://www.learobotics.com/personal/juan/publicaciones/index.html> (consulta 13-1-05).
 - González, J.; Prieto-Moreno, A. (2004). *Herramientas hardware y software para el desarrollo de aplicaciones con Microcontroladores PIC bajo plataformas GNU/Linux* [en línea]. Accessible a <http://www.learobotics.com/personal/juan/publicaciones/index.html> (consulta 13-1-05).
 - González, J.J.; Gorostiaga, E. (1995). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza: Aplicación al rendimiento deportivo*. Barcelona: INDE.
 - Hatze, H. (1998). Validity and Reliability of Methods for Testing Vertical Jumping Performance. *Journal of Applied Biomechanics*, vol. (14), p. 127-140.
 - Himanen, P. (2002). *La ética del hacker y el espíritu de la era de la información*. Barcelona: Destino.
 - Kernighan, B.; Ritchie, D. (1991). *El lenguaje de programación C* (2a ed). México: Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A.
 - Mas, J. (2004). *Mono: mucho más que una implementación libre de .Net* [en línea]. Accessible a <http://www.softcatala.org/~jmas/articulo-mono.pdf> (consulta 13-1-05).
 - Mayo, J. (2002). *C# Al descubierto*. Madrid: Pearson Educación.
 - Planas, T. (1999). *Estadística aplicada a les activitats físiques i l'esport*. Colecció divulgació, vol. (2). Lleida: INEFC de Catalunya.
 - Raymond, E. (1999). *The Cathedral and the Bazaar: Musings on Linux and Open Source by an Accidental Revolutionary* [en línea]. O'Reilly and Associates. Accessible a <http://catb.org/~esr/writings/cathedral-bazaar> (consulta 13-1-05).

- Romeo, A.; García, A. (2003). *La pastilla roja. Software Libre y Revolución Digital*. Madrid: Edit Iin Editorial.
- Stallman, R. (1999). *Free Hardware* [en línea]. Linux Today. Jun-1999. Accessible a http://linuxtoday.com/news_story.php3?ltsn=1999-06-22-005-05-NW-LF (consulta 13-1-05).
- Storey, D. (2000). *Informática. Tecnología de la información eficaz: Un manual para pensar y trabajar con inteligencia*. Barcelona: Blume.
- Vélez, U. (1992). *El entrenamiento de la fuerza para la mejora del salto*. Apunts. Vol. (XXIX). p. 139-156.

ABSTRACT

La evaluación de la capacidad de salto es un problema que ha preocupado tradicionalmente a los profesionales de la motricidad de todo el mundo. En el siglo pasado se describieron numerosos tests que respondían a un determinado tipo de ejecución y a métodos de evaluación en ocasiones basados en complejas instrumentaciones cuyo funcionamiento interno no podía ser comprobado.

El artículo que se presenta a continuación expone un método para la medición de los distintos saltos encontrados en la bibliografía en el que se utiliza un conjunto de tecnologías cuya validez, fiabilidad y objetividad sí pueden ser comprobadas ya que tanto el código del software como el del hardware son libres. La instrumentación avanza un paso más por cuanto facilita también la medida, la gestión y el estudio de los eventos de estos saltos.

El proyecto que se describe, ChronoJump, se preocupa también de la distribución del software, de facilitar las herramientas de construcción de todo el hardware y de su validación, de que funcione correctamente en prácticamente cualquier ordenador, de que se disponga de versiones en el mayor número de lenguas posible y de la realimentación del usuario.

Por último, se apuntan algunas líneas de futuro entre las que destaca la creación de una estructura cliente-servidor que permitiría disponer de una base de datos mundial sobre el estudio del salto.



The assessment of jump capacity is a problem that has traditionally concerned professionals of motor functions in the entire world. In the last century, many tests were described that understood performance in a certain way, and assessment methods were occasionally based on complex instruments that could not be checked internally.

This article describes a method to measure the different jumps found in literature, by using a set of technologies, the validity, reliability and objectivity of which can be checked, as both the software and hardware codes are free. Instru-

ments go one step further by providing not only measurement, but also management and study of those jumps' events.

The project described, ChronoJump, deals with the distribution of software, providing tools for the construction of hardware and its validation, making sure that it works in almost every PC, having versions in as many languages as possible, and managing users' feedback.

Finally, some lines for the future are described, among which there is the creation of a client-server network that would allow us to have a worldwide database for the study of jump.



L'évaluation de la capacité à sauter est un problème qui préoccupe traditionnellement les professionnels de la motricité du monde entier. Le siècle dernier, de nombreux tests ont été décrits : ils proposent une certaine méthode d'exécution et des méthodes d'évaluation parfois basées sur des instrumentations complexes dont il est impossible de vérifier le fonctionnement interne.

L'article présenté ici expose une méthode qui permet de mesurer les différents sauts trouvés dans la bibliographie via un ensemble de technologies dont il est possible de vérifier la validité, la fiabilité et l'objectivité. Le code du logiciel et celui du mécanisme sont donc libres. L'instrumentation fait un pas en avant en fournissant non seulement la possibilité de mesurer mais aussi celle de gérer et d'étudier les événements de ces sauts.

Le projet décrit, ChronoJump, s'intéresse également à la distribution du logiciel. Il vise à donner des outils de construction de l'ensemble du mécanisme et de sa validation, il veille à son bon fonctionnement sur presque tous les ordinateurs et offre des versions traduites dans un plus grand nombre de langues possible. Il vise enfin à réalimenter l'utilisateur.

Plusieurs éléments du futur sont finalement abordés, entre autres la création d'une structure client-serveur qui permettra de disposer d'une base de données mondiale sur l'étude du saut.

