

Pràctica T2
Entregable 03

SELECCIÓ D'EINA

Simulació - Curs 2016/17 Q2
Facultat d'Informàtica de Barcelona
Universitat Politècnica de Catalunya

Membres del grup:

Albert López Alcacer
Iván de Mingo Guerrero
Arnau Blanch Cortès

Índex

Introducció	2
Mètriques	2
Llista llarga	4
Llista mitjana	6
Llista curta	7
Lanner Witness 2001	7
NetLogo	8
AnyLogic	9
Arena	10
aGPSS	11
Vensim	12
Resultats i conclusions	13
Resultats per categoria	13
Resultats finals i conclusió	15
Annex: taula amb resum de puntuacions	16

Introducció

Per a realitzar la selecció de l'eina per a implementar el simulador de la nostra pràctica, ens hem basat en les categories i mètriques de MOSCA+ i STEP.

Inicialment, hem decidit per a cada categoria de MOSCA+ les mètriques que ens semblaven més rellevants per al nostre cas i els hi hem assignat un pes segons la seva importància.

A continuació, hem fet recerca de les diverses eines de simulació existents i hem fet la llista llarga, amb una petita descripció de cadascuna.

A la llista mitjana, hem descartat els programes de pagament sense versions gratuïtes o de prova i els que no s'esquèien als nostres objectius.

A la llista curta, hem escollit els programes de la llista mitjana que vèiem més factible utilitzar per a la pràctica. Aquests programes els hem puntuat sobre 5 seguint les mètriques definides.

Finalment, hem recollit els resultats en un full de càlcul (annex) amb la seva representació gràfica i amb l'anàlisi hem pogut concloure quin programa és el més adient pel nostre cas concret.

Mètriques

Hem definit les següents categories i mètriques amb els seus respectius pesos a partir dels objectius de la nostra pràctica/model de simulació.

CAT	MÈTRICA	PES	DESCRIPCIÓ
FUNCIONALITAT	Limitacions/funcionalitats disponibles	5	Aquesta mètrica fa referència a si la versió del programa ofereix totes les funcionalitats d'aquest o és una versió de prova durant uns dies determinats, o presenta limitacions, etc. No és molt important pel nostre cas ja que el model que pretenem simular no és tant complex com per necessitar funcions molt específiques.
	Ajustament als propòsits	5	Fa referència a si el programa ofereix totes les funcionalitats necessàries per la nostra simulació del model.
	Paradigma de simulació	4	Hem puntuat aquest apartat a partir de la varietat o el número de paradigmes de simulació que ofereix el programa. Aquesta mètrica no és del tot important per nosaltres, ja que podem adaptar el model segons els paradigmes de simulació que ofereixi el programa, però com més n'ofereixi millor puntuació tindrà.

	Representació gràfica del model	6	Per puntuar la representació gràfica del model ens hem fixat en les opcions de visualització del model abans, durant i després de la simulació i en 2D o 3D. Pensem que poder tenir una representació visual del model i del procés de la simulació en viu és important ja que podrem veure possibles errors o ens facilitarà la comprensió del funcionament del model.
	Exportació dels resultats	6	Capacitat del programa per poder exportar els resultats i així poder generar gràfiques o visualitzar-los al propi programa d'una forma gràfica i visual. Hem assignat un pes de 6 ja que creiem que obtenir els resultats de la simulació i poder fer gràfiques és important pel nostre cas d'estudi ja que ens facilitarà l'obtenció de conclusions.
	Maduresa del programari	4	La maduresa del programari fa referència al fet que el programa sigui nou o ja porti temps comercialitzat, el nivell d'experiència de l'empresa en sectors de la simulació, etc.
USABILITAT	Facilitat d'ús	8	Pel nostre cas és important que el programa sigui fàcil d'usar, ja que tenim un temps acotat per realitzar la modelització i l'estudi de la simulació, i com més fàcil sigui millor per tal d'estalviar temps en aquest aspecte.
	Interfície gràfica	4	En aquest apartat valorem que el programa disposi d'una interfície gràfica atractiva, que afageixi valor i faciliti la implementació del model. No és del tot important per nosaltres ja que estem acostumats a treballar sense interfície gràfica i directament amb codi.
	Facilitat d'aprenentatge/recursos	9	Aquesta mètrica determina com de fàcil és aprendre a utilitzar el programa i la documentació existent sobre aquest (manuals, tutorials, exemples, etc.). És molt important per nosaltres aquest aspecte per les mateixes raons que la facilitat d'ús.
EFICIÈNCIA	Cost econòmic	10	El cost econòmic del programa és l'aspecte més important per nosaltres ja que busquem un <i>software</i> que sigui gratuït.
	Multiplataforma	3	El fet que el programa sigui multiplataforma no és tant important per nosaltres com altres aspectes, ja que podem disposar fàcilment de qualsevol sistema operatiu a través de màquines virtuals, portàtils, particions al disc, etc.
	Requeriments de hardware	3	Els requeriments de <i>hardware</i> no és molt important per nosaltres ja que les nostres màquines estan preparades, però com menys recursos consumeixi el programa durant la simulació més puntuació tindrà.

Llista llarga

- **SimPy:** Llibreria per a programar eines de simulació en Python. No té visualització gràfica del model.
- **JGPSS:** eina gratuïta creada pel departament d'Estadística i Investigació Operativa de la UPC. És una implementació en Java de GPSS que està encarada per a l'aprenentatge del GPSS. L'hem descartat degut a que no hi ha cap sistema per extreure'n fàcilment dades i que no hem aconseguit executar una simulació amb el programa.
- **AnyLogic:** gratis per a estudiants amb limitacions (University Edition amb menys limitacions en període de prova de 60 dies). Funciona amb blocs i elements de diverses llibreries. Té una llibreria especial per a simular coses sobre trens. Bona documentació i molts models d'exemple. El codi de les funcions és programa en Java. Multi-plataforma i multi-paradigma.
- **FlexSim:** només per a Windows. De pagament amb free trial (màx. 30 objectes al model). Llibreria d'objectes encara molt a indústria. Guia de pagament, però hi ha models d'exemple.
- **Arena:** només per a Windows. Gratis per a estudiants (o és free trial?)
- **Facsimile:** discrete-event based. Llibreria de simulació. No hi ha documentació i informació sobre el funcionament. La pàgina de descàrrega no conté cap arxiu.
- **Galatea:** multi-agent. Poca documentació i informació. Software lliure.
- **GoldSim:** llicència gratuïta per a estudiants (application form). Tutorials i cursos online. Windows i prou?
- **ProModel:** de pagament (per a estudiants també)
- **Lanner Witness 2001:** Només disponible per a Windows. És de pagament però la FIB ens proporciona una llicència gratuïta. Discrete-event simulation. La interfície gràfica de l'aplicació és molt senzilla però fàcil d'utilitzar a la vegada. Ofereix extracció de resultats.
- **Lanner Witness (versions actuals):** Descartat per que només ofereix llicències de pagament.
- **NetLogo:** Multi-agent-based simulation. És gratuït. Té un manual bastant ampli de documentació de l'aplicació i amb bastants exemples. No requerirà gaire aprenentatge ja que l'hem utilitzat anteriorment. Disponible a Windows, Linux i Mac OS. Representació gràfica del model (2D i 3D).
- **MATLAB:** No ofereix representació gràfica del model. Preu per a estudiants de 35€.
- **Simulink:** Ofereix representació gràfica del model i exportació de resultats bastant avançats. Preu per a estudiants de 500€, a més de requerir MATLAB.
- **Simprocess:** Discrete-event simulation. Disponible per a Windows, Linux i Mac OS. Versió de prova per estudiants universitaris de 12 mesos i amb limitacions de modelització. Disposa de molta documentació oficial que facilitarà l'aprenentatge.
- **ExtendSim:** Versió de prova per estudiants amb un preu de 25-50\$, durant 180 dies i amb limitacions. Representació gràfica del model. Exportació de resultats. El seu paradigma és molt ampli (*continuous, discrete event, discrete rate, agent-based, linear, non-linear, and mixed-mode systems*).

- **Simio:** Representació gràfica del model (3D). Documentació audiovisual del programa. Ofereix simulació discreta, contínua i basada en agents. Inclús es poden utilitzar diversos paradigmes de simulació en el mateix model. Llibreries amb objectes ja fets per altres persones. Només disponible per a Windows.
- **MATSim:** Agent-based simulation. Documentació i tutorials. Descàrrega gratuïta. Programa enfocat a simulacions de transport de gran escala. Representació gràfica dels resultats. Models d'exemple.
- **C++:** Object Oriented Simulation (OOS). Sense representació gràfica del model. No hi ha gaire documentació de com simular amb C++.
- **SIMUL8:** No existeix versió gratuïta per a aquesta eina. Encara que una llicència podria fer-se servir potencialment per tots els membres de l'equip, ja que no hi ha limitació
- **MapleSim:** De la mateixa manera, MapleSim ofereix llicències adaptades per a facultats, en les que el propi centre paga aquesta llicència i es poden distribuir als estudiants. La descartem, però, ja que existeixen altres opcions.
- **SimulationX:** Disponible llicència gratuïta per a estudiants, només per a Windows. Disposa de gairebé 500 elements per a crear un model determinat, específics per indústries determinades; GUI clara per a poder llegir i entendre el model fàcilment; Massa complex per al nostre sistema a modelar i no disposa de documentació accessible (encara que ofereixen suport) -> més temps per a l'aprenentatge de l'eina.
- **ProcessModel:** Disponible versió de prova per a 14 dies suficients per a modelar el nostre sistema, la resta d'opcions (inclosa la destinada a la docència) son de pagament. Disponible només per a Windows; Disponibles tutorials en forma audiovisual de ràpida visualització. La resta de documentació es accessible desde la pàgina web; Disponible GUI amb visualització del model de forma esquemàtica, o de diagrama; Amb simulació i distribucions discretes o continues;
- **SimScale:**
- **Vensim:** Disponible versió gratuïta (amb temps limitat) per a estudiants o ús personal. Per a Windows y MacOS; Disposa de vídeos i altres tipus de tutorials per a l'aprenentatge; Disponible GUI per a la visualització del model en forma de diagrames causals. Aquesta eina és principalment per a realitzar simulació contínua, tot hi que permet events discrets i simulació basada en agents.
- **aGPSS:** Disponible versió gratuïta amb limitacions de blocks. S'han vist suficients per a modelar el nostre sistema. Un altre opció és la versió per a estudiants, que costa 40\$.

Es tracta de una eina que fa servir el llenguatge de programació de propòsit general de simulació discreta GPSS; Disposa de GUI fàcilment usable; Eina orientada a la docència: el seu desenvolupament ha crescut de la necessitat de fer fàcil el procés d'aprenentatge del llenguatge.

Llista mitjana

- SimPy
- AnyLogic
- Arena
- GoldSim
- Lanner Witness 2001
- NetLogo
- Simprocess
- Simio
- MATSim
- C++
- SimulationX
- ProcessModel
- SimScale:
- Vensim
- aGPSS

Llista curta

Lanner Witness 2001

FUNCIONALITAT		
Limitacions/funcionalitats disponibles	4	Totes les funcionalitats estan disponibles en aquesta versió.
Ajustament als propòsits	3	És de propòsit general, és a dir, no està centrat en un sol àmbit però permet modelar qualsevol sistema.
Paradigma de simulació	2	Només permet la simulació basada en esdeveniments discrets.
Representació gràfica del model	3	Representació gràfica del model en 2D. Els objectes del model van canviant de color quan canvien d'estat, es veuen com les peces es mouen, etc.
Exportació dels resultats	4	Es possible exportar els resultats d'un experiment personalitzat amb diferents opcions a un full de càlcul per tal de generar gràfiques.
Maduresa del programari	5	La primera versió va sortir l'any 1986. És un programari utilitzat en sectors tant importants i crítics com l'aeroespacial, automoció, aviació, defensa, justícia criminal i policial, aliments i begudes, atenció sanitària, nuclear, etc.
USABILITAT		
Facilitat d'ús	4	És bastant fàcil d'utilitzar ja que la interfície gràfica és senzilla i els conceptes i forma d'implementar els models no és gaire complex, a més ja tenim una mica d'experiència.
Interfície gràfica	4	Interfície gràfica molt senzilla però funcional i eficaç.
Facilitat d'aprenentatge/recursos	3	Tenim una mica d'experiència amb aquest programa, però tampoc hi ha gaire documentació ni exemples de models.
EFICIÈNCIA		
Cost econòmic	4	Llicència gratuïta proporcionada per la FIB. La versió és bastant antiga (2001).
Multiplataforma	1	Només disponible per a Windows.
Requeriments de hardware	3	Requereix 1 GB de disc dur aproximadament i 2GB de RAM. No requereix molta potència gràfica ja que representa el model en 2D.

NetLogo

FUNCIONALITAT		
Limitacions/funcionalitats disponibles	5	Totes les funcionalitats estan disponibles.
Ajustament als propòsits	3	És de propòsit general, és a dir, no està centrat en un sol àmbit però permet modelar qualsevol sistema.
Paradigma de simulació	2	Només permet la simulació basada en agents.
Representació gràfica del model	5	Representació gràfica del model en 2D en temps real. Permet afegir botons per modificar variables d'estat i gràfiques de temps real a la visualització del model. També hi ha la possibilitat de fer-ho en 3D.
Exportació dels resultats	5	Es poden crear gràfiques amb el propi programa i veure-les en temps real, inclús. També hi ha disponible un complement (<i>BehaviorSpace</i>) que permet crear experiments personalitzats i extreure'n els resultats.
Maduresa del programari	4	El programa va aparèixer l'any 1999, per tant és un programa d'una organització amb molts anys d'experiència i consolidada en el sector.
USABILITAT		
Facilitat d'ús	4	La modelització dels sistemes es fa a través de codi (en un llenguatge propi del programa) i no disposa d'una interfície gràfica que permeti afegir objectes fàcilment, per exemple. Nosaltres estem acostumats a treballar directament amb codi i per tant no ens sembla del tot difícil.
Interfície gràfica	1	No hi ha gaire interfície gràfica que faciliti la implementació del model, sinó que s'ha d'implementar tot per codi (inclús la representació gràfica del model).
Facilitat d'aprenentatge/recursos	5	Tenim una mica d'experiència en aquest programa i hi ha molts exemples d'altres models, manuals i tutorials.
EFICIÈNCIA		
Cost econòmic	5	Programa gratuït.
Multiplataforma	5	Disponible per a Windows, Linux i Mac OS.
Requeriments de hardware	4	Els requeriments de hardware no són molt restrictius, inclús es pot executar en Linux i Windows de 32 bits.

AnyLogic

FUNCIONALITAT		
Limitacions/funcionalitats disponibles	4	Hi ha moltes funcionalitats, però en la versió per a estudiants hi ha alguns límits en el contingut del model.
Ajustament als propòsits	5	No està limitada a modelar un tema concret. Té alguns exemples que tracten de tren i transport. Conté llibreries per a simular trens i persones.
Paradigma de simulació	5	S'hi pot utilitzar simulació basada en agents, en esdeveniments discrets i dinàmiques de sistema.
Representació gràfica del model	4	Hi ha facilitats per representar el model a partir de les llibreries. La representació pot ser en 2D, 3D o segons el diagrama lògic. Depèn de quin cas pot ser més complex.
Exportació dels resultats	4,5	Es poden exportar dades i generar gràfiques i fins i tot, exportar a BD. També es pot generar automàticament documentació del model.
Maduresa del programari	4	És un programa ja experimentat i al ser de pagament, s'hi ha dedicat esforç a refinar-lo i millorar-lo.
USABILITAT		
Facilitat d'ús	3	La varietat de funcionalitats i opcions que té pot fer que un model bastant simple demani més feina de l'esperat.
Interfície gràfica	4	Interfície no molt sobrecarregada pel que podria ser. Basada en l'Eclipse.
Facilitat d'aprenentatge/recursos	3	No tenim coneixements previs. Hi ha molts models d'exemple al programa. També hi ha tutorials i guies sobre els diversos elements.
EFICIÈNCIA		
Cost econòmic	3	És de pagament. Versió gratis per a estudiants amb temps il·limitat però límits en el model. Versió gratis per a <i>university researcher</i> amb període de prova de 60 dies sense tants límits al model.
Multiplataforma	5	Està disponible per a Windows, Linux i macOS.
Requeriments de hardware	3	Requereix 1 GB de disc dur aprox. Només requereix més potència en les simulacions en mode 3D.

Arena

FUNCIONALITAT		
Limitacions/funcionalitats disponibles	3	Té bastantes funcionalitats. La versió a la qual tindríem accés té certes limitacions.
Ajustament als propòsits	3,5	És una eina encarada sobretot a indústria, possiblement no seria tant fàcil representar el nostre model/tema.
Paradigma de simulació	2,5	Només permet simulació basada en <i>discrete-events</i> .
Representació gràfica del model	3	El model es pot visualitzar a través del diagrama i d'una finestra amb una representació 2D.
Exportació dels resultats	3,5	Permet exportar les dades de les execucions en un fitxer de text.
Maduresa del programari	3	Pel preu molt elevat que té, no sembla una eina gaire moderna.
USABILITAT		
Facilitat d'ús	2	El fet d'haver de representar les accions amb els diagrames ens podria dificultar el seu ús.
Interfície gràfica	2,5	És una interfície que recorda una mica a Witness però no conté gaires descripcions que ajudin.
Facilitat d'aprenentatge/recursos	2	A la web oficial hi ha alguns videotutorials, però la documentació/ajuda no convida gaire a llegir-la i sembla feixuga.
EFICIÈNCIA		
Cost econòmic	2	És de pagament. Hi ha versió de prova amb temps il·limitat però mida del model limitada.
Multiplataforma	1	Només disponible per a Windows.
Requeriments de hardware	4,5	Ocupa unes 300 MB al disc i no demana gaires recursos.

aGPSS

FUNCIONALITAT		
Limitacions/funcionalitats disponibles	3	Ofereix les funcionalitats que ofereix el potencial del llenguatge GPSS
Ajustament als propòsits	4	El llenguatge GPSS de propòsit general ens permet modelar el nostre sistema i, per tant, s'adapta als nostres propòsits.
Paradigma de simulació	3	Fa servir el llenguatge GPSS i, per tant, realitza simulació discreta
Representació gràfica del model	4	La representació del model es realitza per blocs. Els blocs es poden associar als del codi i permeten entendre el model de manera eficient.
Exportació dels resultats	3	L'esquema del model es pot fer servir per a la realització de documentació. Per un altre banda, els resultats de la simulació s'observen de manera clara en una finestra en finalitzar les diferents replicacions.
Maduresa del programari	3	El programa ha anat evolucionant a partir de la necessitat d'ensenyar el llenguatge a estudiants de manera eficient i, per tant, s'adapta en aquest sentit. Tot i així, la interfície resulta difícil de fer servir.
USABILITAT		
Facilitat d'ús	3	Llenguatge adaptat per a que sigui fàcil de fer servir, però la GUI pot resultar difícil de fer servir inicialment.
Interfície gràfica	2	Actualment la interfície gràfica resulta obsoleta i difícil de fer servir.
Facilitat d'aprenentatge/recursos	4	Segons estudis d'aquesta eina, una persona pot cobrir en 10 hores el material equivalent a 22 hores amb altres eines comercials basades en GPSS.
EFICIÈNCIA		
Cost econòmic	4	Disponible versió gratuïta (limitació per blocs despreciable)
Multiplataforma	5	Disponible per a Windows i per a MacOS
Requeriments de hardware	5	L'eina consumeix pocs recursos.

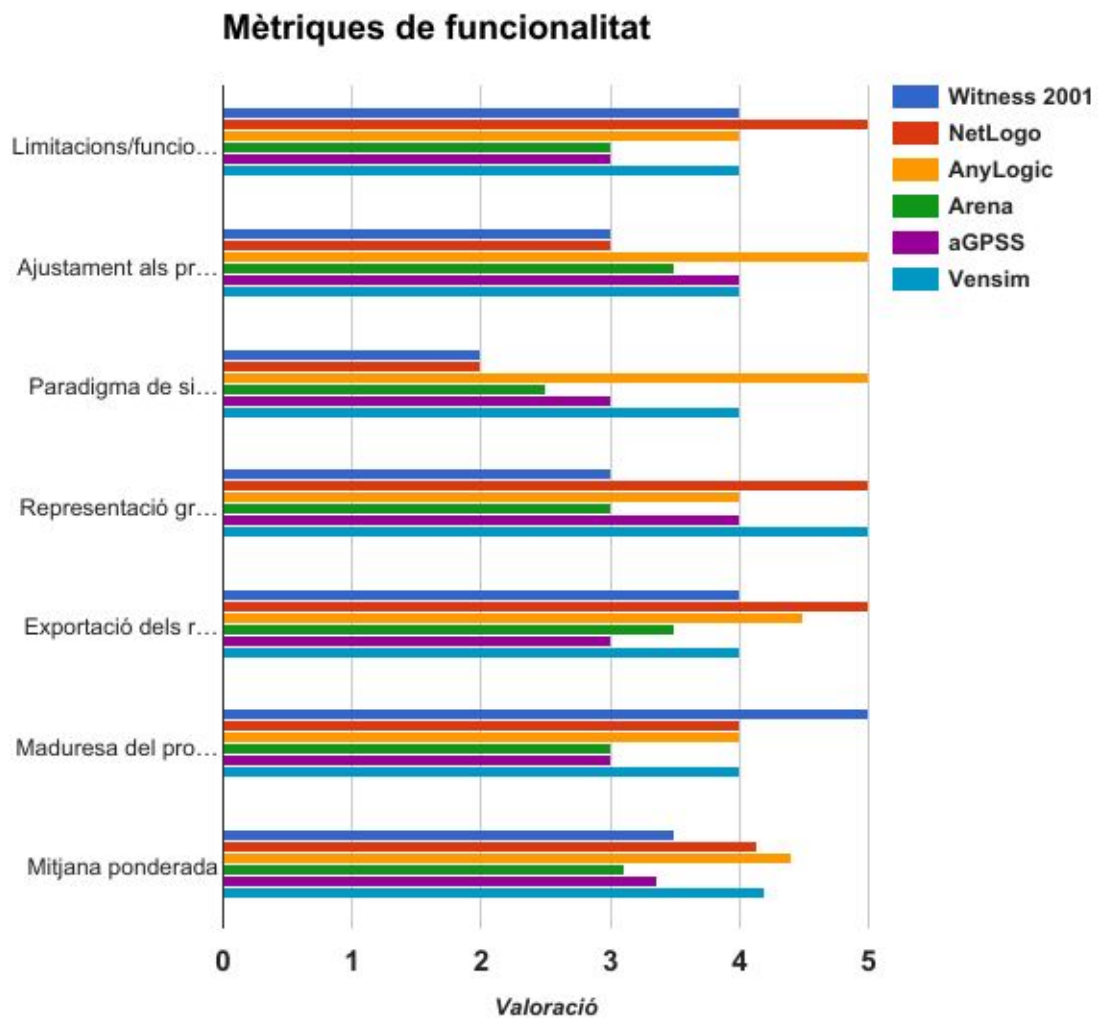
Vensim

FUNCIONALITAT		
Limitacions/funcionalitats disponibles	4	Permet la realització de models basats en diagrames causals. Es centra en simulació continua, però permet discreta i basada en agents.
Ajustament als propòsits	4	Permet modelar fent servir diferents paradigmes i un sistema de modelació estandaritzat.
Paradigma de simulació	4	Permet simulació continua, però també discreta i basada en agents.
Representació gràfica del model	5	El model es representa mitjançant diagrames causals, que permeten entendre el model fàcilment.
Exportació dels resultats	4	El model permet ser exportat i visualitzat sense la necessitat de disposar de l'eina Vensim. A més a més, els resultats es poden exportar a Excel i Unicode.
Maduresa del programari	4	Vensim va publicar la seva primera versió al 1990 i s'ha fet servir per a simular una llarga categoria de sistemes com transport i energia, negocis, salut, etc...
USABILITAT		
Facilitat d'ús	2	Resulta difícil d'aprendre a fer servir inicialment.
Interfície gràfica	3	L'interfície gràfica dificulta l'aprenentatge a l'hora de modelar i el fa menys eficient
Facilitat d'aprenentatge/recursos	3	Hi ha una gran quantitat de material disponible per a aprendre a modelar amb aquesta eina. Però l'eina en si es difícil de fer servir.
EFICIÈNCIA		
Cost econòmic	3	Disposa de versió gratuïta per a estudiants o ús personal (limitació de temps).
Multiplataforma	5	Disponible per a Windows i per a MacOS.
Requeriments de hardware	4	No requereix un hardware gaire potent

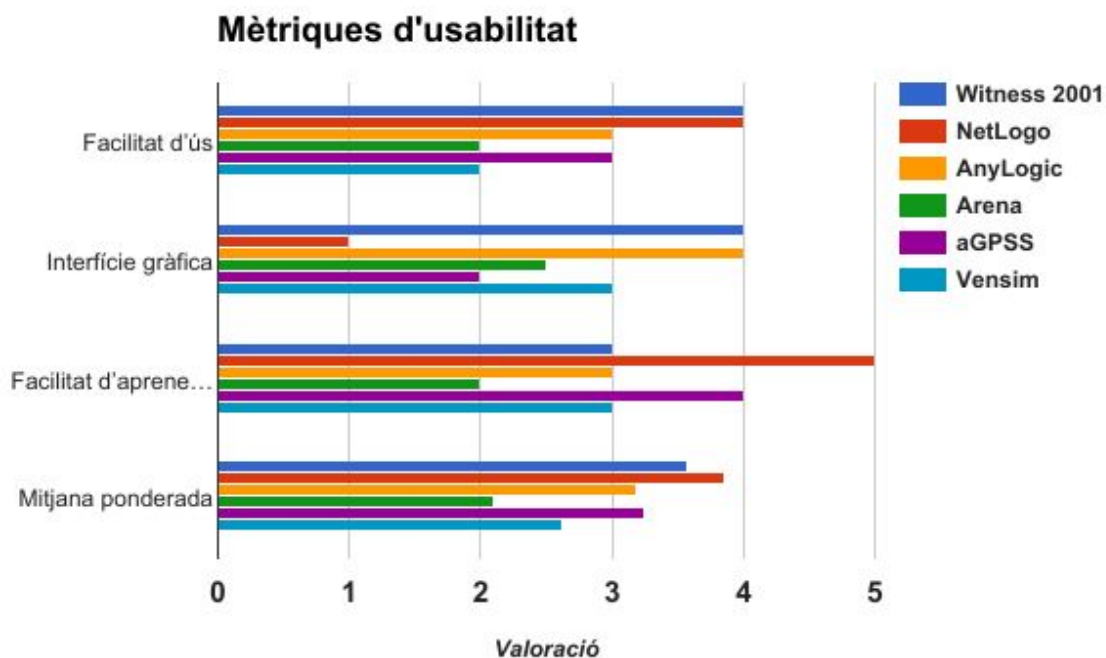
Resultats i conclusions

A cotinuació tenim les gràfiques comparant els diferents programes de la llista curta segons les puntuacions que hem decidit per cada mètrica.

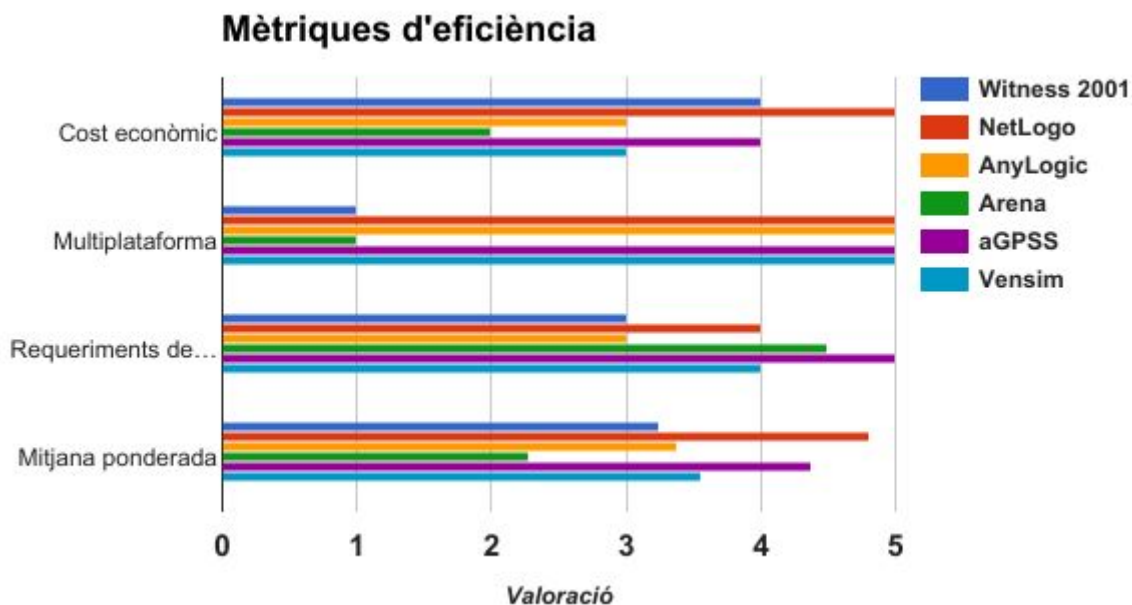
Resultats per categoria



Com podem veure AnyLogic, NetLogo i Vensim són els programes que presenten millors mètriques de funcionalitat.

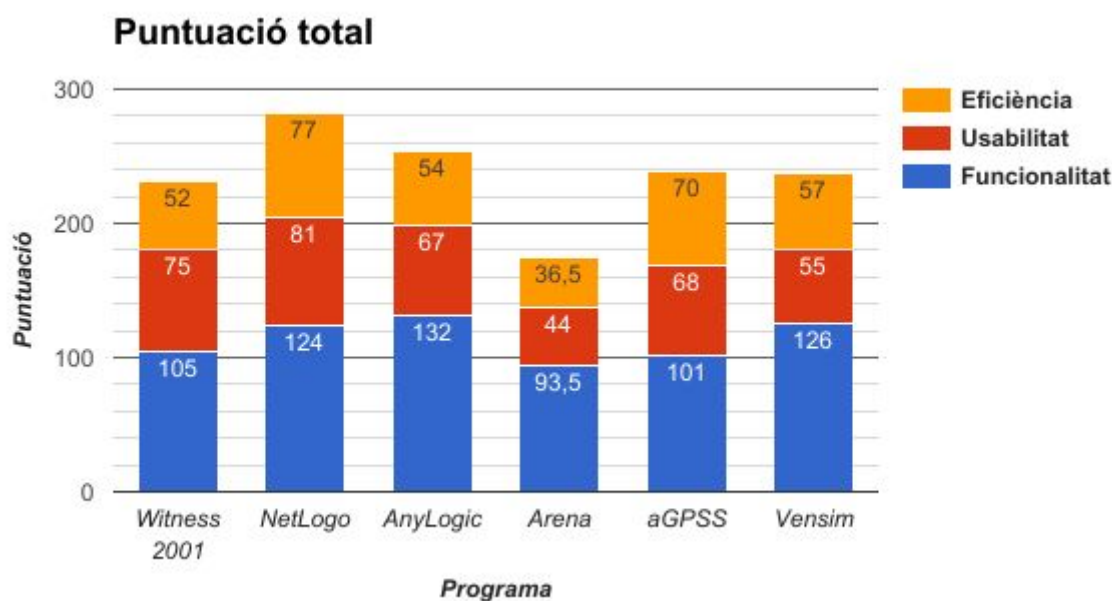


Si ens fixem en la usabilitat (tenint en compte les mètriques considerades representatives de: facilitat d'ús, interfície gràfica i facilitat d'aprenentatge) veiem que en mitjana es NetLogo qui és més usable.



En les mètriques d'eficiència, NetLogo guanya a la resta gràcies al fet que es gratis, suporta la gran majoria de sistemes operatius i no requereix molt *hardware* per tal d'executar les simulacions dels models.

Resultats finals i conclusió



Tenint en compte, tots els pesos hem obtingut la següent gràfica que suma les puntuacions en les diverses categories. Veiem que NetLogo és el programa amb la puntuació més alta (282), seguit d'AnyLogic (253). Tot seguit, tenim aGPSS, Vensim i Witness 2001 bastant igualats amb 239, 238 i 232 punts, respectivament. En última posició, tenim l'Arena 174 punts a gairebé 60 punts de Witness 2001.

Un cop revisades totes les puntuacions a les diverses mètriques, hem conclòs que el programa més adient per a realitzar la nostra pràctica (Línia FGC Llobregat-Anoia) tenint en compte les característiques de la pràctica i la nostra situació i experiència. A més, com que a l'anterior entrega ja vam realitzar un model de la nostra pràctica en NetLogo, podrem utilitzar el que tenim fet i afegir les funcionalitats i millores que considerem necessàries.

Eina escollida per a la implementació del simulador



NetLogo 6.0.1

Funcionalitat:
124/150 (4,13/5)
Usabilitat:
81/105 (3,86/5)
Eficiència:
77/80 (4,81/5)

TOTAL:
282/335 (4,21/5)

Annex: taula amb resum de puntuacions