

## Introduktion

I det här dokumentet presenteras oppositionen av Pontus Wallins (a12ponwa) examensarbete år 2015. Det är skrivet av Johannes Qvarford (a12johqv).

För att referera till olika delar av rapporten används följande format:

- s[sidnummer] för att referera till sidnummer.
  - p[nummer] för att referera till en paragraf på sidan.
    - m[nummer] för att referera till en mening i paragrafen.
  - t[nummer] för att referera till en tabell på sidan. (den i:te tabellen på sidan, inte tabell i)
  - f[nummer] för att referera till en figur på sidan

Ibland utesluts mer specifika delar om referensen är till hela sidan/paragrafen. Plustecken används för att referera till flera sidor/paragrafer/meningar. En punktlista, citat, figur eller tabell anses tillhöra paragrafen tidigare och introducerar inte en ny paragraf. Även om en paragraf börjar på en sida är den även nästa sidas första paragraf om den går över gränsen.

Sammanfattningen har sida 0.

Exempel: s2p1m3, s2p1, s2p1+p2, s2+s3.

## Sammanfattning av arbetet

Arbetet gick ut på att undersöka hur väl det går att inkrementellt balansera ett RTS-spel med hjälp av en evolutionär algoritm. Syftet med att undersöka detta är att det kan spara spelutvecklare tid och resurser som annars hade använts till mänsklig speltestning.

Undersökningen utfördes genom att skapa ett sidscrollande-RTS-spel innehållande flera olika enhetstyper med olika attribut som kostnad, liv och skada. Samevolution användes där ett par av befolkningar kontinuerligt utvecklade generationer av genom (strategier/enhetskombinationer) för att besegra motståndarens befolkning. I spelet kunde paren utmana varandra i ett antal generationer. Spelet kunde även visa statistik över vilka enheter som föredrogs mest per generation eller körning (epok). Undersökningen gick ut på att ändra enhetsattributsvärden en efter en i iterationer och notera hur det påverkade körningen. Detta gjordes för att hitta en enhetsbalans som innebar att ingen strategi var överlägsen.

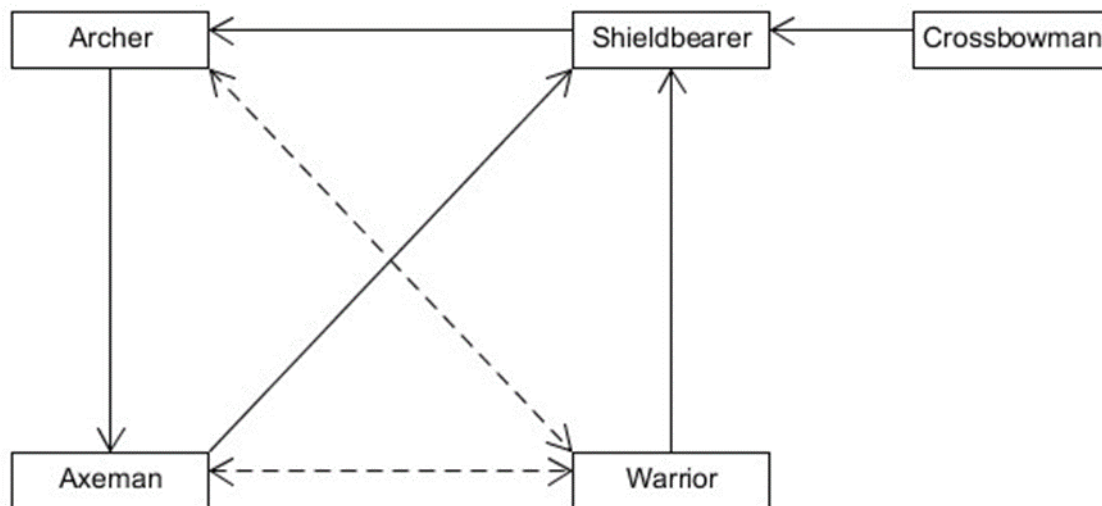
Slutsatsen var att det gick att balansera spelet till en viss del. Det är möjligt att resultatet inte är pålitligt för att det kan vara subjektivt hur mätdata tolkas och att det bara finns en förflyttningsdimension. På grund av den korta utvärderingstiden lär det vara resurseffektivt för spelföretag att använda metoden framför t.ex. speltestning.

Arbetet kan utvecklas genom att automatiskt justera priset på enheter baserat på hur ofta de används. När lösningar genereras bör även enheternas pris tas i åtanke.

## Diskussionsfrågor

Varje diskussionsfråga har tillhörande bakgrundsinformation och följdfrågor.

Är du nöjd med enhetstyperna i spelet eller finns det något du skulle vilja ändra? Designade då Archer, Axeman och Shieldbearer för att bilda en sten-sax-påse-relation? Om ja, vad bidrar Crossbowman och Warrior för balansering? Tycker du att diagrammet (nedan) stämmer med hur enheterna är balanserade? I så fall, vad är Crossbowmans och Warriors svagheter?



Tror du att andra saker kan balanseras förutom de individuella enheterna? T.ex. det finns sten-sax-påse-strategier i RTS:s som lyder rushing-booming-turtling. De som anfaller tidigt (rushing) kan besegra de ekonomifokuserade (booming), de tidigt försvarande (turtling) kräver mindre resurser för att försvara sig mot de tidigt anfallande och de ekonomifokuserade besegrar de tidigt försvarande i de långa loppet. Kan spelet ändras så att ordningen som enheterna används i spelar mer roll (t.ex. först resurssamlare, sedan dyrare enheter)?

Du skulle undersöka hur väl det gick att balansera RTS-spel, inte sant? Hur tror du att trovärdigheten påverkas av att du undersöker ett sidoscroll-RTS? Kan en specificering av frågan göra resultatet mer trovärdigt? Kan spelets begränsningar i dimensioner (1D istället för 2D och bara framåt) påverka vilka sorts strategier som kan användas? Kan spelet ändras så att vissa enheter blir svårare eller lättare att använda? T.ex. i Age of Mythology kan vissa enheter flytta sig så snabbt att de alltid kan undvika pilar, men de behöver mikrohanteras vilket kräver skicklighet.

Tror du att om en strategi är överlägsen så kommer samevolution antagligen konvergera till den (s13p2+p3)? I analysen i sista iterationen noterar du att i olika körningar så väljs vissa enheter mycket över andra och verkar inte konvergera (s45). Kan det bero på att strategierna är varierade, eller att det krävs fler generationer för att se om de konvergerar?

I undersökningen (s39p1m1) nämns det att bara fem av tio iterationer i undersökningen visades, vilka då? Kan du göra det tydligare i rapporten? Skippades ett antal iterationer mellan närliggande iterationer? Är det inte värt att ha med all information, möjligen i en bilaga/appendix om det tar för mycket plats?

Behövde du ändra den evolutionära algoritmen mellan iterationer? Om nej, i problemformuleringen (s13p4m5) nämns det att ett steg i iterationsprocessen var att ändra en egenskap eller förbättra den evolutionära algoritmen om nödvändigt. Var det något du tänkte över att göra?

I s46p5m3 nämns det att heatmaps skulle kunna användas i framtida arbeten. Vilka axlar skulle användas? Skulle det bli tydligare?

Kan du förklara hur ditt arbete relaterar till forskningsetik? Kan du förklara vad arbetet kan leda till och hur etiskt arbetet är i relation till konsekvenserna av arbetet?

## Beröm

Väldigt mycket detaljerad bakgrund.

Metoden är välmotiverad.

Analysen av iterationerna är detaljerad och välmotiverad.

Bra exempel på hur arbetet kan fortsätta utvecklas.

Genomförandet är detaljerat så att det inte är allt för svårt att upprepa arbetet.

Den evolutionära algoritmen är på det stora hela väl beskriven.

# Förbättringsförslag

## Bakgrund

I s8p2 så bör stegen fortfarande förklaras, även om figuren är tydligare.

## Problemformulering

Jag tror att problemet bör minskas ner till bara sidoscroll-RTS:s för att resultatet besvarar den frågan mycket bättre och ger ett mer trovärdigt resultat.

Syftet nämns i s12p1+p4, men den första paragrafen bidrar inte med något, den är otydligare utan att abstrahera något svårförståeligt i den fjärde.

Problemformuleringen bör fokusera på problemet och definitioner av dess olika delar och möjligen kan det innehålla varför problemet är av nytta att besvara. s12p5+p7 borde därför vara del av metodbeskrivningen.

I s12p9m1 nämns det att den ursprungliga balanseringen "var baserad på matematik, känsla och några få manuella speltest". Går det att utveckla?

Också i s12p9m1; är det relevant vilken ordning delarna implementerades i?

Om det specificeras tydligare hur undersökningen skulle ha utförts så skulle det vara enklare att se om undersökningen följer metodbeskrivningen. Lägg gärna till saker som "om en enhet används x procentenheter mer än de andra så kommer en av dess positiva attribut minskas eller en av dess negativa attribut minskas med y". Ju tydligare metodbeskrivningen är desto bättre, för då är det mindre chans att olika personer kan utföra undersökningen på olika sätt och tolka resultatet på olika sätt.

I s13p4 nämns det att processen för att arbeta fram en bra balansering "repeteras tills problem nämnda ovan minimerades". Vad menas med minimerades? Stämmer det med undersökningen?

I s13p4m5 nämns det att ett steg i iterationsprocessen var att ändra en egenskap eller förbättra den evolutionära algoritmen om nödvändigt. Var det aldrig passande i undersökningen att göra det sistnämnda?

I s13p5 nämns det att "processen skulle utföras i 10 iterationer". Är det inte bättre att nämna att processen får/bör utföras 10 iterationer som mest? I undersökningen utförs processen bara i 5 iterationer.

I algoritmdesigndelen nämns väldigt många bra detaljer, speciellt i s15p8 där antalet individer och elitism bland annat nämns. Det som saknas från denna paragraf är överkorsnings-/mutationsalgoritm, och överkorsnings-/mutationssannolikhet. Det bör kanske flyttas till implementationen/undersökningen dock eftersom metoden antagligen inte vilar på dessa detaljer?

Vad är de "10 bästa byggordningarna" (s15p9m1)? De 10 som fick högst fitness oberoende av population A/B, de 10 bästa från båda, eller de 10 bästa från A/B beroende på vilken som hade högst genomsnittsfitness? Är de utspridda över flera generationer? Förtydliga gärna.

Delar av s15p9 bör kanske flyttas till undersökningen. Behöver det nämnas att Microsoft Excel kommer användas? Det viktigaste är väl vad programmet kan producera?

## Genomförande

Det preliminära klassdiagrammet säger inte mycket i nuläget (s17); har det inte ändrats sen det designades? Om det har det, så kan den senaste versionen visas upp. I vilket fall som helst bör alla

frågetecken och oklarheter tas bort från figuren. Jag tycker att beskrivningen av implementationen bör vara baserad främst på det som finns i nuläget, med tillbakablickar på hur vissa delar har implementerats annorlunda. Det görs på vissa ställen men inte på andra, som här.

Bra att ta upp faktumet att en spelare i stort sätt alltid besegrade alla motståndarens enheter innan dess enheter nådde basen och därför utvecklades ett nytt vinstvillkor (s18p4). Alternativt kan metodbeskrivningen ändras för att passa implementationen.

Det är oklart i s18p4+p5+p6 varför tidskravet krävdes om dess syfte var att lösa buggen att enheterna inte attackerade baserna. Det var väl inte ett problem längre pga. det nya vinstvillkoret?

De nämns att crossbowman kan döda vilken sorts motståndarenhet i en attack (s19p6), men detta gäller inte för sköldbärare i utvärderingen (den har lite liv kvar). Är det fortfarande sant att den är bäst mot sköldbärare?

I s20f1. Eftersom warrior inte har några svagheter så borde bara den alltid användas? Stämmer diagrammet med hur det faktiskt är i början, och ändras relationerna under iterationerna i undersökningen? Är allt verkligen bra emot shieldbearer förutom archer? Rubbar warrior och crossbowman sten-sax-påserelationen mellan archer, axeman och shieldbearer?

Nu anpassas max mängd pengar till hur dyr en byggorder av enheter kan kosta som mest/minst (s22p5). Går det istället att se till att byggorder cyklas? För att märka effekten måste matcherna ta längre tid och max mängd pengar måste ökas.

Klassdiagrammet för den evolutionära algoritmen (s21) innehåller oklarheter och frågetecken. Evolver innehåller även "vektorer av lösningar", vilket var ett tidigt designbeslut som hade ändrats (s21p4m3) eftersom typen Population hade skapats. Uppdatera klassdiagrammet.

Vad är korsningssannolikheten i s22p2? Är det 100 %? Förtydliga gärna.

Utvärderingsprocessen bör inte vara i genomförandesektionen (s22) utan i utvärderingen.

Pilotstudien borde inte vara kvar (s23).

## Utvärdering

Generellt om resultaten och analyserna: under vissa iterationer ges skilda resultat, men det verkar inte finnas tillräckligt många generationer för att undersöka om någon iterationkörning går i cykler, dvs. inte konvergerar. Det är viktigt att veta eftersom ett av de sätt som nämndes i rapporten för att upptäcka balans är att se om strategierna inte konvergerar (s13p3).

För varje iteration kan en tabell över "hall of fame" passa bra istället för att berätta om det i brödtexten. Hall of fame presenteras inte för den sista iterationen.

I s39p1m1 nämns det att denna iteration "lades med i slutrapporten eftersom den visar hur hög variation algoritmen ger när spelets balans är i detta stadiet". Så det är inte de fem första iterationerna av tio som visas? I varje iteration så görs ett antal olika ändringar och det som ger intressantast resultat används för nästa iteration? Skippas ett antal iterationer och de sker egentligen flera ändringar mellan närliggande iterationer i rapporten? Förtydliga och ha helst med all data från undersökningen, även om det mesta är i en bilaga.

## Avslutande diskussion

I s46p5m3 nämns det att heatmaps skulle kunna användas i framtida arbeten. Hur då? Vilka axlar skulle användas? Skulle det bli tydligare?

Det finns inget om forskningsetik och fördjupning av vad arbetet kan leda till.

## Appendix A

Jag antar att den här delen kom med av misstag, för den är tom och innehåller texten från rapportmallen.

## Generellt

Inte kopplat till rapporten, men det vore bra att få se källkoden. De nuvarande klassdiagrammen i genomförandet gör det svårt att visualisera exakt hur allt är ihopkopplat eftersom de är preliminära. Om källkoden fanns tillgängligt skulle det även vara möjligt att ändra enhetsattributen mellan körningar. Ha gärna med data och grafer från alla iterationer. Ha gärna med ett workflow för att återskapa graferna, antingen i instruktionerna i zip-filen eller i rapporten.



## Korrekturkommentarer

- Språket i rapporten är lättillgängligt, men det borde vara mer formellt på vissa ställen. "Jag", "man", "folk" osv. bör bli mindre personliga. T.ex. "Målen jag prioriterade när jag balanserade spelet var att:" kan bytas ut mot "Målen i spelet som prioriterades för balansering var att:". Platser där språket bör vara mer formellt kan hittas genom att söka på nyckelorden "jag", "man", "folk", "vi", "sig", "oss" mm. Sökresultaten för "man" måste antagligen sällas dock.
- Tempus bör vara dåtid eller nutid. Sök på "ska", "kommer" och andra verb i futurum, men resultaten kan behöva gallras.
- Ibland nämns det att strategispel ska undersökas i arbetet, istället för RTS:s. Sök på "strategispel".
- Flera sektionstitlar slutar med punkt.
- I de flesta fall används inte "och" efter komma. Sök efter ", och".
- Ibland används "population", ibland används "befolkning", ibland används "population A/B", ibland används "population 1/ett/2("ett" används men inte "två")".
- "Fitness(funktion)" skrivs med stor bokstav på flera ställen trots att "fitness" är ett vanligt ord. Samma sak med "Population", "Tiberium" "Archer" osv. Namn på personer och företag bör börja med stor bokstav, men inte yrken eller ämnen, att det är engelska ord spelar ingen roll.
- "i och med" -> "iochmed"
- De engelska namnen på enheterna används ibland och ibland används de svenska. Använd helst en; jag tycker de svenska passar bättre om det inte refereras direkt till klassen som används i koden (dvs. "Klassen Archer representerar enhetstypen bågskytt").
- Generellt så är paragraferna väldigt korta, ibland är de bara en mening och/eller rad. Helst ska de vara 5 rader eller längre.
- På vissa ställen finns det extra radbyten som inte passar.
  - s1(efter rubrik)
  - s4(efter första citatet)
  - s7(innan sektion 2.2.3-rubrik)
  - s9(efter citateten)
  - s13(efter första paragrafen)
  - s16(mellan sektion 4-rubrik och underrubrik)
  - s30(innan och efter sektion 4.4.2-rubrik)
  - s36(innan sektion 4.4.4-rubrik)
  - s39(efter paragraf 1)
  - s39(innan sektion 4.4.5-rubrik)

- s41(innan sektion 4.4.6-rubrik)
- s47(innan sektion 4.7-rubrik)
- Stilfel.
  - s26(Utvärderingsrubriken är inte numrerad)
  - s26(Du använder bara en underrubrik i denna sektion, så du skulle kunna skippa den, vilket innebär att du kan numrera resultat-, enhetsegenskaper och slutsatsrubrikerna. Kolon som suffix ser inte lika bra ut tycker jag)
  - s26t1(Tabellerna i den här sektionen saknar streckat "tak".)
  - s26t1(Ska inte alla tabeller numreras?)
  - s26t1(Tabellerna i den här sektionen har inte separerande streck mellan alla rader)
  - s39(Slutsatsrubriken är en annan storlek än de andra slutsatsrubrikerna)
  - s46(Avslutande diskussionsrubriken är inte numrerad)
- Ställen där punktlistor och liknande kan passa.
  - s10p3+p4+p5
  - s15p4+p5+p6
  - s18p9+p10+p11+p12+p13+p14
- Meningar som bör delas upp, omarbetas eller innehåller stavfel:
  - s0p1m1(för lång)
  - s1p4m1("sidoskrollande" överallt annars används "sidscrollande" i rapporten)
  - s1p4+p5(bör inte byta paragraf, de bör smältas samman)
  - s1p5m3("speletet" -> "spelet")
  - s1p6m1("ändrades balansen i spelet att ändras" ta bort "att ändras")
  - s6p2m7("brukligt man lägga till")
  - s6p8m3(beräkna/bestämma istället för "räkna")
  - s8p1m1("där flera slumpvisa selektionspunkter använder och" "använder" -> "används")
  - s9p3m3("Population A/B", "Population" behöver inte ha stor bokstav)
  - s11p5m2("Vid högre militärpoäng gav högre" ta bort "Vid")
  - s11p5m3("Med vid förlust" "Med" -> "Men")
  - a12p2m2(Det är svårt att uppfatta vad meningen säger. Börja istället med "Detta eftersom spel utvecklas i många cykler")
  - s12p10m1+m2(Meningarna bör blandas)
  - s12p10m2("Där barje" "barje" -> "varje")

- s14p5m1("Spelet kommer är" ta bort "kommer")
- s14p5m3("rör den sig ... och attackera" "attackera" -> " attackerar")
- s14p7m2("det kommer att finns enheter" ta bort "kommer att")
- s15p1m1("Varje Individ" "Individ" -> "individ")
- s17p4m1("De olika eftersom enheterna" ta bort "eftersom")
- s17p4m2("på samma sett" "sett" -> sätt)
- s18p3m1("mellan alla enheter utför attacker" "utför" -> "och utför")
- s18p4m1("enda sättet att vinna Eftersom" saknas punkt efter "vinna")
- s18p7m1("alla enheter för en chans" "för" -> "får")
- s19p3m3("En flexibel enhet ..." den här meningen behöver ingen av kommatecknen)
- s19p3+p4+p5+p6, s20p1+p2(Det är oklart om det beskrivs vad enheterna är, eller vad de ska vara. Välj en.)
- s20p3m3("göra spelet mer komplex" "komplex" -> "komplext")
- s20p4m2(" . Så en gräns" ta bort "Så", eller byt ut bakomliggande punkt mot komma.)
- s20p4m2(", denna gräns" byt ut komma mot semikolon eller punkt)
- s22p6m3(" . Samt att ingen enhet" komma -> punkt)
- s22p8("kommer att användas för att utvärderaalgoritmens" -> "har använts för att utvärdera algoritmens")
- s26t1(Jag tycker inte punkter passar som suffix för namn i tabellen. För att vara konsekvent så saknar namnet på rad 4, kolumn 7 ett punktsuffix. Samma fel finns på alla tabeller i den här sektionen)
- s26t1(Blanda helst inte svenska och engelska i tabellerna så gott det går.)
- s30p1m2("inte förkom lika ofta" "förkom" -> "förekom")
- s30p1(använd paragrafbyte istället för radbyte)
- s32p1m1("ifrån första lterationen" -> "ifrån första iterationen")
- s32p5m1("Inför nästa iteration kommer ... göras svagare" använd dåtid "I följande iteration så gjordes ... svagare")
- s32p5m2("så tog beslutet att ... ska försvagas" -> "så togs beslutat att försvaga ...")
- s38p5m1("för lteration" -> "för iteration")
- s46p1m1("Målet var att ..." -> "Målet med arbetet var att ...")
- s46p5m2("Om har och göra med" -> "Om det har att göra med")
- s46p3m1("har spelet till viss del balanserats" -> "kunde spelet till viss del balanseras.")

- s46p3m2("Spelet är nu ... längre kvarstår" -> "Spelet blev ... kvarstod")