

Sammanfattning

Augmented Chemistry (AC) är ett system för undervisning i organisk kemi. Det har hittills styrts med ett 'tangible user interface' (TUI) baserat på visuella markörer. Grundat på en användarstudie har vi nu utvecklat ett nytt sätt att styra systemet på i ett försök att dra nytta av fördelarna med den traditionella boll-pinne-metoden för molekylmodellering. Den egenutvecklade hårdvaran använder sig av ultraljud för att positionsbestämma en uppsättning trådlösa bollar - motsvarande atomer i en molekyl.

Abstract

Augmented Chemistry (AC) is a system for learning organic chemistry. Up until now it is has been controlled using a tangible user interface (TUI) based on visual markers. We have now, based on a user evaluation, developed a new way to control the system in an attempt to benefit from the advantages with using the traditional Ball-Stick method for molecule modeling. The hardware that we have developed utilizes ultrasound for determining the spatial positions of a set of wireless balls - corresponding to atoms in a molecule.

Innehållsförteckning

1 Inledning	4
2 Bakgrund	5
3 Projektplanering	6
3.1 Beställarens önskemål	6
3.2 Kravspecifikation	6
3.3 Utvecklingsmodell	7
3.4 Ansvarsområden	7
3.5 Tidsplan	8
3.6 Projektregler	8
3.7 Kommunikation	8
3.8 Testning och verifikation	8
4 Utveckling	9
4.1 Korrektion och små utökningar av befintlig kod	9
4.1.1 Bakgrund/motivation.....	9
4.1.2 Genomförande.....	9
4.2 Undersökning av möjliga positioneringssystem	9
4.2.1 Bakgrund/motivation.....	9
4.2.2 Genomförande.....	10
4.3 Hårdvara	10
4.3.1 Inledande diskussion kring design av hårdvarusystemet.....	10
4.3.2 Kontrollenheten.....	12
4.3.2.1 Övergripande beskrivning.....	12
4.3.2.2 Hårdvara.....	13
4.3.2.3 Mjukvara.....	15
4.3.3 Boll.....	17
4.3.3.1 Övergripande funktion.....	17
4.3.3.2 Uppbyggnad.....	17
4.3.3.3 Styrprogramvara.....	18
4.4 Kommunikation med hårdvara	20
4.4.1 Genomförande.....	20
4.5 Positionering och strukturanalys	21
4.5.1 Bakgrund/motivation.....	21
4.5.2 Genomförande.....	21
4.6 Kopplingar till befintligt program	22
4.6.1 Genomförande.....	22
5 Resultat och diskussion	23
5.1 Resultat jämfört med kravspecifikation	23
.....	23
5.2 Reflektioner över arbete och resultat	24
5.3 Diskussion	24
6 Referenser	25

7 Appendix..... 26

1 Inledning

Under ett läsår har vi som en del i en kurs i projektplanering och genomförande, som gavs på Institutionen för Data- och informationsteknik på Chalmers Tekniska Högskola i Göteborg, arbetat med vidareutveckling av ett system som kallas Augmented Chemistry. Denna rapport beskriver vår arbetsgång, vilka förbättringar vi koncentrerade oss på samt hur vi genomförde dem.

2 Bakgrund

Augmented Chemistry (AC) är ett system för utbildning inom organisk kemi. Programmet styrs med ett sk. "Tangible User Interface", för att ge användaren en mer intuitiv koppling till kemins abstrakta värld. AC utvecklades ursprungligen på HyperWerk FHBB i Schweiz med vetenskapligt stöd av ETH i Zürich. Det har därefter vidareutvecklats och förbättrats i ett gemensamt projekt utfört av ETH, HyperWerk FHBB och Arentas School of Chemistry. Vidare var systemet objekt för förbättring i ett av D3-projekten som startade år 2004. Våren 2005 presenterades en användarstudie genomförd av Kristina Bötschi som jämförde AC med den traditionella boll-stav-metoden (Ball-Stick) för molekylundervisning.

3 Projektplanering

3.1 Beställarens önskemål

Beställare av projektet är Morten Fjeld, föreståndare för Tabletop Interaction Laboratory (t2i) under Datavetenskap på Chalmers Tekniska Högskola där AC numera förvaltas.

Under diskussion med beställaren utformades en rad förslag till utökningar och förbättringar:

- AC är skrivet i C och det finns önskemål om att skriva om systemet i C++ eller något annat objektorienterat språk.
- En användarstudie utförd av Kristina Bötschi visade att det fortfarande fanns vissa fördelar med den traditionella boll-stav-metoden. Därför skulle det vara intressant att utforma ett nytt användarinterface som försöker integrera dessa fördelar i systemet.
- För att innefatta fler undervisningsmoment kunde programmet utökas till att visualisera fler kemitekniska egenskaper hos atomer och molekyler. T.ex. bättre visualisering av elektrisk potential, visning av orbitaler mm.
- Förändring av det grafiska interfacet för bläddring i molekyl databasen. Möjligen till en experimentell 3d-bläddringsmetod.
- Bygga in stöd i systemet för en sk. "Force Feedback Slider", som utvecklas av en annan projektgrupp i t2i. Force Feedback Slider är ett typ av skjutreglage med möjlighet att variera det upplevda motståndet allteftersom det skjuts fram och tillbaka
- Generella buggfixar för stabilisering samt utökning av konfigurationsmöjligheterna bl.a. för hårdvaran i syfte att ta systemet ett steg närmre slutanvändning.
- Sätta upp en repository på SourceForge för systemet.

3.2 Kravspecifikation

De framtagna förslagen till utveckling diskuterades med utgångspunkt i vad de skulle ge för bidrag till systemets helhet, vilka tekniska svårigheter de innefattade samt vilken tidsåtgång de skulle kräva. Givetvis vägdes även projektmedlemmarnas personliga intressen, förkunskaper och utmaningssökande in i bedömningarna.

Vi enades om att arbeta på dessa områden:

- Skapa ett nytt användarinterface som så mycket som möjligt liknade den traditionella boll-stav-metoden.
- Buggfixning och utökning av konfigurationsmöjligheterna.
- Skapa repository på SourceForge.

För specifikationer av tekniska detaljer se Appendix B.

3.3 Utvecklingsmodell

Eftersom projektet bestod i att vidareutveckla ett redan existerande system och dessutom krävde en hel del efterforskning på hårdvarufronten beslutade vi oss tidigt i projektet för att använda kullagermodellen. Denna modell erbjöd den flexibilitet vi behövde då den tillåter återgång till redan avklarade delmoment. Detta skulle visa sig vara vitalt då vi i början av projektet var tvungna att undersöka en hel del hårdvarualternativ. Kullagermodellen medförde även att det blev lättare att dela upp oss i en hårdvaru- och en mjukvarugrupp, se nedan.

3.4 Ansvarsområden

Inom gruppen finns väldigt många olika intressen och ganska varierande kompetens. Ansvarsfördelningen gjordes efter medlemmarnas intressen så att alla skulle tycka det var intressant att jobba med projektet samt att alla personers kunskap skulle användas på ett optimalt sätt.

Vi delade i stora drag upp oss i två grupper:

Hårdvaru-utveckling:

Henrik Holm och Jakob Kemi ansvarade för att konstruktion av hårdvaran samt styrmjukvara till denna. Hårdvaran består av fysiska molekyler och en mottagare som kopplas in i datorn samt ett stativ med mikrofoner som hämtar mätvärden för att bestämma bollarnas position.

Mjukvaru-utveckling:

Mjukvaran utvecklades av Eddie Larsson, Martin Ejdestig och Tobias Johansson. Arbetsuppdelningen i denna grupp blev som följer:

Martin ansvarade för grafikprogrammering i OpenGL, det mesta av gui-programmeringen samt en del buggfixar och kompletteringar för att få det existerande systemet robust och stabilt. Martin var ansvarig inom mjukvarugruppen och ansvarade för kontakten med hårdvarugruppen samt beställaren Morten Fjeld. Till Martin kunde hårdvarugruppen vända sig med frågor rörande mjukvaran.

Eddie bar främst ansvaret för att programmera serie-interfacet som används för att kommunicera med hårdvaran och även en del gui-programmering och buggletande i programmet.

Tobias ansvarade för implementationen av matematiska algoritmer och strukturer samt integration av det nya interfacet med det existerande systemet. Tobias var gruppens projektledare ansvarade även för att hålla möten regelbundet där man diskuterade projektet fortlöpande. Tobias ansvarade också för att sätta delmål för utvecklingen samt uppföljning.

3.5 Tidsplan

Den preliminära utvecklingsplanen (se Appendix A) vi satte upp i början av projektet visade sig inte hålla fullt ut. Vi hade alldeles för lite tid över till integrering av mjukvara och hårdvara samt testning vilket också visade sig på demonstrationsdagen. Man kan diskutera om tiden som lades ner på buggfixar och mindre utökningar var längre än den borde varit då vi samtidigt lärde oss om det redan existerande projektet. Andra delmål så som upplägg av AC på SourceForge försenades på grund av yttre omständigheter och åsidolades helt.

3.6 Projektregler

Eftersom nästan allt arbete i projektet utförs tillsammans i respektive grupp, handlar reglerna i projektet mest om praktiska saker som mötesdisciplin o.s.v. Regler med syfte att strukturera och styra utvecklingen diskuteras fram i varje enskilt fall.

3.7 Kommunikation

Den huvudsakliga kommunikationen inom projektgruppen sker via e-post och via mötena som gruppen har beslutat att ha en gång i veckan, varje vecka så avhandlas vad som gjorts och vad som skall göras nästa vecka samt eventuella problem som uppstått tas upp till diskussion och löses.

Med på mötena är också vår projekthandledare Morten Fjeld som hjälper gruppen att organisera arbetet och kan komma med synpunkter och råd samt svara på frågor om det behövs.

Vi har också kommunicerat en del via telefon, alla i gruppen har en lista med telefonnummer så att man alltid kan få tag i någon annan gruppmedlem ifall det är något som är oklart.

3.8 Testning och verifikation

Testning på mjukvarusidan har främst gjorts genom att simulera hårdvaran med simulerings funktioner som kunnat generera data som liknat den riktiga fullständigt med slumpmässiga fel o.s.v. På detta vis har vi kunnat testa olika mjukvarudelar innan vi hade tillgång till någon färdig hårdvara.

Styrprogrammen för hårdvaran är noggrant genomgången rad för rad efter buggar och samtliga tidsberoende aspekter av hårdvaran har mätts upp verifierats med oscilloskop.

Den slutgiltiga testningen har gjorts med hela systemet för att kunna verifiera att hårdvaran och mjukvaran fungerar tillsammans som det skall.

5 Resultat och diskussion

5.1 Resultat jämfört med kravspecifikation

Nedanstående punkter är ett utdrag ur de för projektet uppställda målen.

- Skapa ett nytt användarinterface som så mycket som möjligt liknade den traditionella boll-stav-metoden.
- Buggfixning och utökning av konfigurationsmöjligheterna.
- Skapa repository på SourceForge.

Av dessa punkter så anser vi oss ha lyckats uppfylla två av de tre. Att skapa utrymmet på SourceForge blev ej genomfört då Benedikt Voegtli som ansvarar för AC i Schweiz återtog denna uppgift.

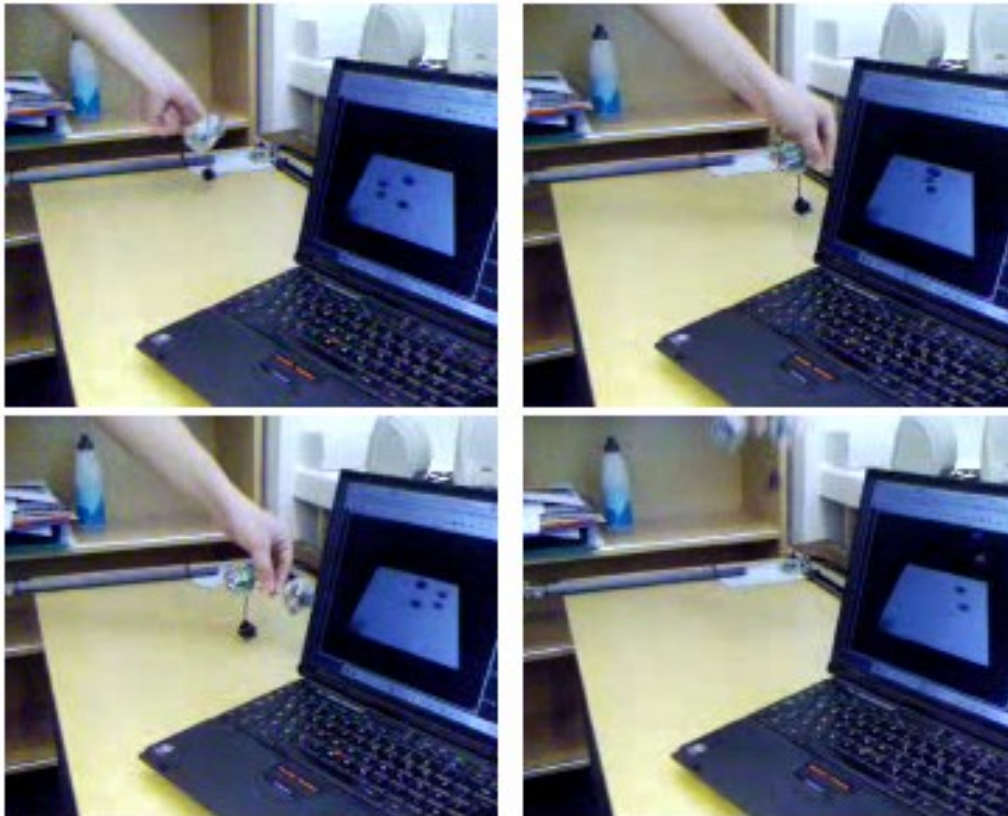


Illustration 8: Sekvens från visualiseringsprogrammet

5.2 Reflektioner över arbete och resultat

Då vi i projektets inledningsfas hade relativt lite information om hur systemet vi skulle förbättra och förnya såg ut, fungerade och var uppbyggt var det svårt att utforma en realistisk och samtidigt detaljerad plan för projektarbetet. Eftersom vi även hade ganska fria tyglar för hur det nya gränssnittet skulle utformas fick projektet en lite längre planeringsfas. Detta medförde även att projektets planering reviderades och utvecklades i takt med att arbetet fortskred. De fria tyglarna gjorde även att vi som grupp fick ett större ansvar då vi dels stod för idéerna för hur systemet skulle fungera och se ut, samt att det även blev upp till oss att förverkliga det vi arbetat fram. Arbetet fördelades mellan oss i gruppen för att på detta sätt flytta delar av ansvaret ut till medlemmarna, detta eftersom vi alla presterar mer i en resultatbaserad modell. Mot slutet av projektet intensifierades arbetet och kommunikation inom gruppen blev en allt viktigare parameter. Gruppens handledare hade redan från projektets start sett till att vi var strikta med att upprätthålla fasta tider för de veckoliga mötena.

5.3 Diskussion

Resultatet, sett enbart ur perspektiv ifrån det som faktiskt åstadkommits, blev i många avseenden bättre än vad vi i gruppen hade hoppats. Att det sedan finns detaljer som vi ytterligare hade kunnat förbättra är en självklarhet. Dessa är dels sådana som vi valde att inte implementera i brist på tid och dels sådana som vi nu, med facit i hand, hade kunnat göra annorlunda. I det stora hela så har vi medlemmar, både i grupp och som individer tillskansat oss kunskaper i ämnen som varit intressanta.

6 Referenser

Fjeld, M. and Voegtli, B., "Augmented Chemistry: An Interactive Educational Workbench". Video program and proc. of International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR), 2002, pp. 259-260

Mason, Woo, Jackie Neider, Dave Shreiner "OpenGL programming guide" Addison & Wesley Professional, ISBN: 0321335732

Mason, Woo, Jackie Neider, Dave Shreiner "OpenGL referens guide" Addison & Wesley Professional, ISBN: 0321335716

AVR910 "In system programming" Atmel Corporation 2000

AVR131 "Using the high speed PWM" Atmel Corporation 2003

Frazer, J., "An Evolutionary Architecture". Architectural Association, 1995.

Ishii, H. and Ullmer, B., "Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms". Conference on Human Factors in Computing Systems (March 1997), ACM Press, pp. 234-241.

Mark, R. Experiments in Gothic Structure. Cambridge, MA: MIT Press, 1982.

Anderson, D.; Frankel, J.L.; Marks, J.W.; Agarwala, A.; Beardsley, P.A.; Hodgins, J.K.; Leigh, D.L.; Ryall, K.; Sullivan, E.; Yedidia, J.S., "Tangible Interactions and Graphical Interpretation: A New Approach to 3D Modeling", ACM SIGGRAPH (2000) pp. 393-402.

Paradiso, J.A., Lifton, J., and Broxton, M., "Sensate Media – Multimodal Electronic Skins as Dense Sensor Networks". BT Technology Journal, Vol. 22, No. 4, October 2004, pp. 32-44.

7 Appendix