

7 Considerações Finais

No Capítulo 2 desta dissertação foi apresentado o campo da captura e acesso (C&A), um dos temas que fazem parte da grande área da Computação Ubíqua. Em seguida foi detalhada a arquitetura dos sistemas mais recentes que tratam de C&A, e foi mostrado como todos estão atrelados ao paradigma de navegação com base apenas na linha de tempo (*timeline*). No Capítulo 4, foi proposta uma arquitetura de C&A baseada em componentes e serviços, que permitiu a introdução de novos conceitos na engenharia de documentos capturados. Os transformadores desenvolvidos, associados ao uso da NCL, viabilizaram a navegação contextual. Como prova de conceito da arquitetura proposta foram desenvolvidos alguns componentes que permitiram a captura de mídias básicas como áudio, vídeo e apresentações. Finalmente, no Capítulo 6 foram exibidos os resultados alcançados com as idéias propostas, validando os objetivos iniciais desse trabalho.

O sistema desenvolvido permitiu a captura de alguns eventos nos ambientes propostos com o mínimo de intervenção humana, gerando documentos hipermídia padronizados dentro do formato brasileiro de TV digital [ABNT07], possibilitando que estas experiências colaborativas sejam revividas a qualquer momento. Esse trabalho também trouxe contribuições para a área de engenharia de documentos de aplicações em captura e acesso. Muitos trabalhos, inclusive os quais o CAS utilizou como inspiração, oferecem apenas formas diferenciadas de visualização e no máximo menus como elos para pontos específicos da apresentação, mas sempre mantendo a representação fiel dos eventos capturados.

Com o uso dos transformadores foi possível essa quebra de paradigmas e a exploração de novas formas de navegação. O fato dos transformadores não identificarem os contextos com precisão na maioria dos experimentos não é visto como um problema, pois não era pré-requisito do CAS ser totalmente ubíquo e

sem intervenção humana. Os transformadores de contexto representam uma ajuda significativa para a organização do material capturado. O CAS precisa apenas da introdução de um passo manual para realização de ajustes depois da pós-produção automática. É importante ressaltar que os transformadores não se restringem à identificação de contextos, e oferecem um vasto número de possibilidades como a reorganização dos *slides* a serem exibidos.

Alguns aspectos ainda precisam de uma maior atenção no CAS, principalmente o aumento de suporte às mídias capturadas, como apresentações em formato PDF ou anotações com *ink*, com o objetivo de prover funcionalidades encontradas na maioria dos sistemas de C&A. Na próxima seção serão apresentadas algumas idéias que podem dar continuidade ao trabalho desenvolvido para tornar o CAS ainda mais interessante e explorar novas técnicas para estruturação e navegação dos documentos multimídia que representam os eventos capturados.

7.1. Trabalhos Futuros

Os trabalhos futuros aqui listados dividem-se entre trabalhos de implementação e de continuidade da pesquisa. A primeira categoria contempla várias funcionalidades importantes que o CAS deve oferecer para ter a usabilidade esperada de um sistema nos ambientes a que se propõe, mas que por limitações de tempo tiveram de ficar fora do escopo da dissertação. Esses trabalhos envolvem apenas esforço de programação, pois lidam com tecnologia e problemas largamente explorados em outros trabalhos. Já a segunda categoria enumera itens que exigem um estudo mais profundo e que podem ser considerados para aprimorar e enriquecer a pesquisa desenvolvida.

7.1.1. Novas Funcionalidades

Dentre os principais trabalhos futuros vislumbrados relacionados a melhorias no sistema desenvolvido e resolução de suas principais limitações, destacam-se:

- A integração do CAS com um servidor de arquivos distribuídos como o GridFS [San06]. Essa integração resolveria uma grande limitação, que é a necessidade de uma área de disco compartilhada na rede para a gravação das diversas mídias pelos SpeedCars e acesso pelo CASIn. Um sistema de arquivos distribuídos se aplica muito bem num ambiente distribuído heterogêneo com mídias muito grandes como é a realidade do CAS.
- Outra limitação é o fato de um evento ter seu escopo restrito a uma única apresentação no formato Microsoft PowerPoint®. Apesar desse cenário ser muito freqüente, o CAS precisa ser mais flexível para suportar outras situações usuais, como: vídeos e *links* embutidos na apresentação; outros formatos de apresentações como LaTeX, PDF e OpenOffice; múltiplos documentos em um único evento; e captura de tela.
- Um recurso muito desejável, identificado pela realização dos experimentos, é a possibilidade de pós-produção manual do evento. Nesta fase devem ser viabilizados pelo menos dois recursos: ajustes manuais nos contextos e a realização de cortes no evento. O CAS permite a pré-definição manual de todos os contextos, mas não permite a revisão dos contextos identificados automaticamente. Já a facilidade de remover partes capturadas do evento se mostrou necessária, pois durante a realização dos eventos é comum ocorrerem interrupções ou até a perda do foco da apresentação, situações em que a relevância só pode ser identificada com o poder de interpretação humano. A realização desta edição manual após a geração da NCL final é possível, mas muito trabalhosa, pois seriam necessários sincronizar os cortes entre os vídeos, o áudio.
- Uma facilidade desejável é a automação do controle de câmeras PTZ (*Pan Tilt Zoom*), permitindo que elas sigam o professor ou apresentador pela sala como realiza o AutoAuditorium [Bian98] e o trabalho de [LRGC01]. Esta funcionalidade poderia ser feita integrando o componente para manipulação de

câmeras, que usa o objeto COM+ disponibilizado pela D-Link³⁷, com um algoritmo de *facetracking*. Esta facilidade elimina a necessidade de operadores de câmera, inviável nos ambientes de salas de aula e reuniões, e agrega mais valor ao uso de vídeo na captura.

- Um último recurso desejável, e não por isso menos importante, é a transmissão ao vivo do evento, recurso disponível na maioria dos sistemas de C&A. Uma possível solução seria a tradução, assim como sugerida anteriormente, só que entregue para um serviço de *streaming* como faz o ConferenceXP to Windows Media Gateway. Uma abordagem mais rica seria a edição de documentos NCL em tempo real, pois seria possível manter a interatividade do espectador remoto, mas esta já seria um tema de pesquisa.

7.1.2. Temas de Pesquisa

O principal tema vislumbrado, que poderia enriquecer muito a experiência de Captura & Acesso, está relacionado a consultas dinâmicas realizadas pelo próprio usuário durante a reprodução do evento. Usando um script dentro da própria linguagem hipermídia, como o NCLua³⁸, o usuário poderia em tempo de visualização localizar o seu assunto de interesse dentro de um evento. Ainda na área de buscas em documentos, o sistema poderia gerar um novo NCL a partir da composição de vários eventos. Por exemplo, se um usuário tiver interesse em um dado tópico, ele pode realizar uma busca pelo CASWeb e esse gerar um documento NCL que não represente nenhum novo evento, mas contextos de diversos eventos que abordem aquele tópico. Outra possibilidade muito interessante é que esses documentos NCL possuam um elo NCLua que gere um novo documento NCL a partir da navegação do usuário por um contexto de interesse. Desta forma o usuários poderia realizar uma navegação por diversos documentos seguindo sempre os assuntos de seu interesse.

³⁷ <http://www.dlink.com>

³⁸ <http://www.chico.eng.br/lu/nclua/>

Uma pesquisa relacionada a esta parte de busca é a extração de meta-informação de áudio e vídeo para também melhorar as formas de pesquisa. Por exemplo, o sistema poderia extrair palavras-chave usando algoritmos de *speech-to-text* e as registrar em sincronia com as demais mídias, de forma que o usuário ao pesquisar por um termo falado explicitamente em uma apresentação possa recuperar e visualizar diretamente naquele ponto de interesse. Várias outras técnicas de contextualização e classificação em vídeos vêm sendo exploradas recentemente, como em [TS06a] e [TS06b].

Com o intuito de enriquecer mais ainda a experiência é desejável a criação de um visualizador de eventos para a web, de forma que o usuário não precise realizar o *download* dos eventos que são, em geral, muito grandes. Muitas vezes há o interesse de assistir apenas a uma parte do evento, ou não se pode instalar o Gingga Player. Isto envolve o desafio de criar um interpretador do formato de TV digital como um plugin dos navegadores de internet. Uma alternativa seria criar um tradutor do formato NCL para outros já suportados pelos navegadores, algo bem parecido com o que o ConferenceXP Archive Transcoder faz.

É necessária a realização de uma avaliação mais profunda e qualitativa, considerando aspectos como usabilidade e precisão do sincronismo. Nesta dissertação foi realizada avaliação apenas subjetiva do sistema no Capítulo 6, já que avaliações de sistemas ubíquos são temas complexos por si só, e o interesse, em primeiro lugar, estava focado na exploração da engenharia do documento. Em [AM00] é descrito em detalhes toda a problemática que envolve a avaliação de sistemas ubíquos e é feita uma discussão de metodologias que podem ser utilizadas. É interessante que no futuro sejam feitos estes estudos para melhorar a usabilidade do sistema, aumentando a sua utilização em situações reais e fornecendo assim mais material para pesquisa.

Também é importante investigar técnicas para a seleção dos melhores transformadores aplicáveis a cada evento. A escolha de um transformador ou até de um conjunto de transformadores e sua ordem de execução afeta diretamente a qualidade da identificação dos contextos. Algumas técnicas podem ser empregadas para automatizar e auxiliar esse processo, desde a associação de

perfis de apresentadores até mesmo o uso de ontologias. Esse tópico exige muitos estudos, pois há o interesse na manutenção da ubiqüidade do sistema, logo uma fase de casamento semântico para a aplicação de uma ontologia por exemplo pode não ser interessante, já que seria mais prático a identificação direta dos contextos. A própria avaliação do número ideal de contexto é um assunto que exigirá um esforço em pesquisa.

Finalmente a própria pesquisa de engenharia de documentos pode ser aprofundada no momento em que o sistema suportar outros formatos de documento. Pela sua popularidade, o Microsoft PowerPoint® – formato escolhido para esse trabalho – permitiu a experimentação de alguns transformadores interessantes, mas é limitado no que se refere às meta-informações providas. A pesquisa ligada a contextos automáticos, por exemplo, ficou restrita, já que eles não fornecem níveis hierárquicos dos títulos dos *slides*, ou até marcadores (*bookmarks*) como os encontrados no formato PDF³⁹. Apesar de ainda existirem muitas possibilidades a serem exploradas com os formatos já suportados, a utilização de formatos mais ricos aumentaria consideravelmente as possibilidades de transformadores a serem desenvolvidos, sobrepujando novos paradigmas.

Uma abordagem ainda na área de engenharia de documentos seria explorar recursos de apresentação distribuída a partir de documentos NCL, como encontrado no ActivePresentation [Glad05]. Nesse trabalho, um formatador NCL distribuído decide sobre a execução de diferentes partes do documento entre os diversos equipamentos disponíveis. A integração do CAS com o ActivePresentation fornece novos temas desafiadores de pesquisa como a definição automática do foco da visualização de acordo com os recursos computacionais disponíveis ou até mesmo a captura de um documento NCL que esteja sendo apresentado.

³⁹ http://www.adobe.com/devnet/pdf/pdf_reference.html