

## Conclusões Finais e Trabalhos Futuros

O presente trabalho teve por finalidade estudar e gerar conhecimento sobre a tecnologia de codificação de vídeo conhecida como DVC, acrônimo para *Distributed Video Coding* (em inglês), através da construção de uma ferramenta de simulação e análise da codificação, a qual chamamos de Open DVC.

Para atingir os objetivos de inserção dos estudos na área, bem como o levantamento e a produção de informações que contribuam para futuras pesquisas dessa tecnologia, foram realizadas as seguintes tarefas:

- Levantamento bibliográfico da base matemática e dos fundamentos de comunicações necessários para o entendimento da tecnologia, principalmente no que se refere à Teoria da Informação;
- Estudo de fundamentos e técnicas de processamento de imagens e vídeo;
- Estudo das principais publicações teóricas e práticas que estudam ou implementam as arquiteturas de DVC, reconhecidas academicamente como “estado da arte”, seja na totalidade da arquitetura ou em algum de seus blocos;
- Pesquisa e implementação de técnicas de programação no processamento de imagens e vídeo;
- Implementação e testes em ferramenta de programação matemática do *framework* DVC proposto;
- Projeto, implementação e testes em linguagem orientada a objetos do *framework* DVC proposto;
- Geração de ferramentas (*softwares*) para manipulação e processamento de imagens e vídeo em linguagem orientada a objetos;
- Produção de biblioteca e documentação de sistema para manipulação e processamento de imagens e vídeo em linguagem orientada a objetos;

- Implementação de ferramenta via linha de comando e ferramenta com interface gráfica para execução da simulação da codificação e sua análise;
- Produção de artigo sobre os conceitos e a arquitetura proposta de DVC publicado no IWSSIP 2010 – *International Conference on Systems, Signal and Image Processing*.

O que motivou o desenvolvimento da tecnologia de codificação do DVC, que ainda não está madura a ponto de ser implementada no mercado de dispositivos eletrônicos, o que ainda fomenta muitos estudos e pesquisas, foi o surgimento de cenários com a necessidade de deslocamento da tradicional complexidade das operações de um *codec*.

Nesse cenário tradicional, tem-se uma codificação realizada uma única vez e por um dispositivo com grande capacidade computacional. Isso se justifica, num primeiro momento, em razão das complexas operações matemáticas realizadas no processamento do sinal e, num segundo, pelo fato da decodificação ser feita com vários dispositivos simples e baratos, objetivando o acesso a uma quantidade grande de usuários (clientes). Esse cenário é o normalmente encontrado na estrutura de negócios das emissoras de televisão e seus usuários domésticos, os telespectadores.

Com o desenvolvimento de novos dispositivos surgiram cenários diferentes do acima descrito. Neles, a mobilidade e a ampliação da infra-estrutura de comunicações fizeram com que o usuário móvel deixasse de ser unicamente um espectador e se tornasse uma fonte produtora do sinal de vídeo, o que está dentro da realidade de várias aplicações, como foi mostrado no primeiro capítulo desta dissertação.

Nessa nova perspectiva, devido aos requisitos desses dispositivos que passaram a capturar uma cena e produzir o sinal de vídeo, os níveis de complexidade descritos na arquitetura anterior precisaram ser invertidos e muitas fontes passaram a gerar vídeo através de operações de baixa complexidade computacional, deslocando a alta complexidade para as operações de decodificação e otimização do sinal em um receptor centralizado.

A solução acima definida, implementada com parâmetros de transmissão, necessidade computacional e consumo de energia razoáveis no codificador são os principais objetivos da arquitetura do DVC.

Para atingir os objetivos acima elencados, este trabalho descreve a trilha seguida para produzir um *framework* DVC baseado num *codec* Wyner-Ziv, utilizando LDPC irregular adaptativo na codificação do canal e otimizando a técnica de geração da informação lateral, implementando-o num *framework* aberto, colaborativo e incremental, através de novas funcionalidades que podem ser facilmente agregadas à biblioteca atual, dada a sua arquitetura orientada a objetos baseada em componentes.

Os resultados apresentados, coletados após os experimentos e testes descritos, mostram que a arquitetura do Open DVC é promissora no sentido de conseguir reduzir a complexidade e o custo da codificação de vídeo, sem comprometer a qualidade da sequência final e garantindo o envio da informação sem reduzir a autonomia e mobilidade dos dispositivos utilizados como fonte do sinal.

Entre as contribuições deste trabalho, podem-se considerar como principais a implementação, teste e documentação do *framework* DVC, tanto em ferramenta de programação matemática quanto em linguagem orientada a objetos. Além disso, seguindo um dos objetivos iniciais do estudo, pretende-se disponibilizar futuramente este *framework*, o qual será divulgado internamente e depois externamente no meio acadêmico, para que alunos e pesquisadores possam facilmente estudar e implementar novas funcionalidades, tornando-o uma referência didática de como se faz DVC, com documentação abrangente, detalhada e inteiramente divulgada, facilitando o acesso inicial à tecnologia, o que hoje não é uma realidade.

Entre os trabalhos futuros que podem ser realizados, citam-se:

- Testes com outras sequências de vídeo consideradas padrão pela ITU;
- Realização dos testes subjetivos de acordo com as normas e correlação com os testes objetivos;
- Comparações de desempenho e qualidade com outros *codecs* híbridos;

- Comparações com outras arquiteturas DVC, para o que devem ser definidos os padrões e configurações utilizados por estes, visando análises mais realistas de comparação. Os estudos publicados ainda são muito vagos sobre a forma na qual é implementada e testada cada arquitetura;
- Geração de mais ferramentas de manipulação de imagem e vídeo para facilitar e reduzir o tempo dos testes;
- Após a definição de um *codec* com bom desempenho, implementação em hardware da arquitetura, através de câmeras CCD para captura da cena, implementação do *codec* em FPGA ou em sistema embarcado do tipo SoC (*System on a chip*) para o processamento do sinal de vídeo e transmissão através de algum protocolo de comunicação sem fio a ser estudado e definido, entre 802.11, *Bluetooth*, *ZigBee* ou algum outro padrão dependendo dos requisitos dos dispositivos (neste caso, o requisito de alcance e o protocolo de comunicação são pontos importantes a serem estudados);
- Por último, mas talvez uma das questões mais importantes a serem resolvidas e que é colocada na maioria dos trabalhos como um fator crítico para a viabilidade do DVC nos dispositivos de mercado, é o desenvolvimento de uma técnica eficiente sem a utilização do canal de retorno. Se isso é um problema para a televisão digital, que em princípio tem a maioria dos dispositivos clientes sem necessidade de serem móveis e com disponibilidade de energia da rede elétrica doméstica, para o DVC esse fator é muito mais crítico, pois se tem dispositivos com requisitos de baixo consumo de energia e com alta mobilidade, além do problema do impacto desse *hand-shake* entre a decodificação e o canal retorno num sistema de tempo real. Em outros termos, a supressão do canal de retorno ainda é um desafio a ser enfrentado para um *codec* DVC a ser utilizado em aplicações reais.