

# 動画復号器に対する QoS 制御を利用した低消費電力化手法の提案

鉄尾耕平<sup>†</sup>北嶋暁<sup>†</sup><sup>†</sup> 大阪電気通信大学大学院工学研究科情報工学専攻

## 1 はじめに

今日、携帯電話に代表される携帯機器は、性能向上や高機能化によって動画を復号することも可能になったが、消費電力もそれに伴って増加しており、低消費電力化が求められている。現在、低消費電力化は、ハードウェアやソフトウェアの観点から行われている [1, 2] が、長時間の動画復号には十分でない。

本研究では、符号化動画の受信機器を対象とした、動画の品質を変化させることによる低消費電力化手法を提案する。本手法では、QoS (Quality of Service: サービス品質)[3] 制御によって動画復号処理の演算量を減らすことで低消費電力化を行う。更に、動画の QoS 制御では複数の品質を同時に変化させることも可能であり、これにより大幅な消費電力の削減が期待できる。また、本手法は、回路技術などを用いた他の低消費電力化法と併用することが可能であり、これにより更なる低消費電力化が期待できる。

提案手法を用いて効果的に低消費電力化を達成するためには、変更する品質の変化量と消費電力の変化量との関係を明確にする必要がある。しかし、次の理由により、この関係を正確に一般化するのは困難である。(1) 動画データの違いにより復号処理の内容が変わるため、同じ QoS 制御を行っても、行わない場合との平均消費電力の差が一定でない。(2) 復号処理に要する消費電力は、実装に用いるアルゴリズムや回路構成により異なる。(3) 動画の符号化方式によって復号処理の内容が異なるため品質変化によって復号処理が受ける影響の程度も異なる。

本研究では、動画の符号化方式を決めることで、品質の変化量と消費電力の変化量との関係が一般化できるかどうかを評価した。具体的には、MPEG-1[4] について、いくつかの動画データの解像度、フレームレートを変更し、それらを復号プログラムを用いて計算機上で処理することでプロファイリングを行い、その結果を用いて平均消費電力を見積もった。その結果、MPEG-1 においては、解像度、フレームレートを変更すれば、多く

の場合で、品質が増加すれば、動画データの違いによるばらつきは見られるものの、増加することが分かった

## 2 提案低消費電力化手法

提案手法では、動画の QoS 制御を用いて低消費電力化を行う。一般に、動画の品質を減少させれば、復号時の演算量も少なくなる。これにより、同一復号器での消費電力は小さくなる。

動画の QoS 制御を用いて変化させることができる品質は、動き、色数、画像の大きさ、画像の鮮明さである。更に、これらの品質を組み合わせることで変化させることも可能である。

動画の QoS 制御を実現する方法としては、QoS 制御を動画の符号化時に行う方法と復号時に行う方法がある。符号化時に QoS 制御を行うと復号器に QoS 制御機能は必要なくなるが、QoS 制御を柔軟に行えない。逆に、復号時に QoS 制御を行う場合、復号処理に加えて QoS 制御を行うための処理も必要になる。

提案手法を効果的に活用するためには、変更する品質の変化量と消費電力の変化量との関係を明確にし、この関係を一般化する必要がある。完全な一般化は困難であるが、より限定した範囲では、ある程度の一般化を行える可能性はある。

## 3 評価実験

符号化方式と復号アルゴリズムを特定することで、動画データの違いに対し、品質の変化量と消費電力の変化量がどの程度変わり得るのかを評価する実験を行った。符号化方式は MPEG-1 とし、復号アルゴリズムは mpeg2decode[5] でのアルゴリズムを用いた。

### 3.1 評価項目

解像度とフレームレートについて、単独で変化させた場合と両方を変化させた場合について、複数の動画データを処理したときの消費電力の違いを評価した。

### 3.2 方法

動画データ [5]11 種類に対して品質を変化させ、それらを mpeg2decode で処理することでプロファイリングを行い、その結果を用いて平均消費電力を見積もった。品質の変化量は、元の動画データに対し、解像度では 4 倍、16 倍とし、フレームレートでは 2 倍、4 倍、16 倍と

Proposal for a Low Power Design Technique for Video Decoders using QoS Control

Kohei Tetsuo<sup>†</sup>, Akira Kitajima<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Division of Information and Computer Sciences, Graduate School of Engineering, Osaka Electro-Communication University

した。それぞれ単独で変化させた場合と同時に変化させた場合とを調べた。実験に用いた計算機環境は、OS が RedHat 9.0, メモリが 256MB, CPU が Intel Pentium III 1.0GHz である。

動画データ  $M$  を復号器  $D$  で復号するときの平均消費電力  $P_{mpegdec}(D, M)$  の見積もりには、 $D$  を構成するコンポーネント  $C \in Com(D)$  を単位としたモデルを用いた。各コンポーネントは、処理時の平均消費電力が動画データに依らず一定であり、処理中の平均消費電力  $P_C^+(D)$  と、処理を行っていない、アイドル時の平均消費電力  $P_C^*(D)$  を区別することとする。このとき、平均消費電力は式 1 で表せる。

$$P_{mpegdec}(D, M) = \sum_{C \in Com(D)} \left\{ \frac{t_C^+(D, M)}{t_{all}(D)} P_C^+(D) + \frac{t_{all}(D, M) - t_C^+(D, M)}{t_{all}(D)} P_C^*(D) \right\} \quad (1)$$

ここで、 $t_{all}(D, M)$  は全復号処理時間、 $t_C^+(D, M)$  はコンポーネント  $C$  の処理時間を表す。

平均消費電力の見積もりでは、プロファイリングにより得られた  $t_{all}(D, M)$  および  $t_C^+(D, M)$  を用いて式 1 より平均消費電力値を算出した。復号器  $D$  には、その  $P_C^+(D)$  と  $P_C^*(D)$  の割合を 1:0 および 2:1 とした場合の 2 種類を用いた。

### 3.3 実験結果

実験で用いた動画の一つについて、 $P_C^+(D)$  と  $P_C^*(D)$  の割合を 1:0 として得られた平均消費電力のデータを表 1, 2 に示す。表 1 は、解像度の違いによる処理回数と平均消費電力の違いを表し、表 2 は、解像度とフレームレートを同時に変更したときの平均消費電力を表している。

解像度だけを 4 倍変化させると、表 2 同様、他の動画像についても、平均消費電力の変化は 3~5 倍の範囲であった。

一方、フレームレートについては、表 1 の 7.5 から 15 に増加する部分で平均消費電力が減少している。このような場合は全体の 34% あった。それ以外の場合、4 倍変化させると、平均消費電力の変化は 1.5 倍~2 倍の範囲であった。

また、解像度とフレームレートを 4 倍ずつ変化させると、13~50 倍の範囲であった。

### 3.4 考察

表 1 に示したように、各処理の処理回数に着目した場合、品質の変化に対する処理量の変化が分かる。実験結

表 1 ある動画データについての解像度を変更したときの処理回数と平均消費電力 (数値は相対値)

解像度 (縦 × 横)	処理回数 (回)			平均消費電力
	可変長復号	逆量子化	逆 DCT	
176 × 144	4316	8168	222156	0.53
352 × 288	11788	25160	888624	1.78
704 × 576	22448	74291	3554496	7.09

表 2 ある動画データについての複数の品質を同時に変更したときの平均消費電力 (数値は相対値)

		フレームレート (fps)			
		7.5	15	30	60
解像度	176 × 144	0.46	0.45	0.51	0.80
	352 × 288	1.67	1.57	2.15	3.49
	704 × 576	6.34	6.03	9.02	14.26

果から、品質を減少させた場合は、いずれも処理量が減少していることが分かった。しかし、品質の変化量と消費電力の変化との関係をより明確にするためには、符号器の構成の違いや今回変化させなかった品質を変化させた場合など、様々な場合について調べる必要がある。

## 4 おわりに

本稿では、動画復号器に対する、QoS 制御を利用した低消費電力化手法を提案し、本手法を効果的に活用するために必要な、品質の変化量と平均消費電力の変化量との関係を、評価実験により調べた。

今後の課題として、他の品質や復号器の違いなど、今回調べなかった範囲について変化させて引き続き評価を行い、品質の変化量と平均消費電力の変化量との関係を明らかにすることが挙げられる。

## 参考文献

- [1] 石原亨, 安浦寛人. 可変電圧プロセッサを用いた低消費電力化手法と基本定理. DA シンポジウム'98 論文集, Vol. 98, No. 9, pp. 287-292, 1998.
- [2] Paul J.M. Havinga and Gerard J.M. Smit. Design techniques for low power systems. *Journal of Systems Architecture*, Vol. 46, No. 1, 2000.
- [3] Andreas Vogel, Brigitte Kehervé, Gregor von Bochmann, and Jan Gecsei. Distributed multimedia and QOS: A survey. *IEEE MultiMedia*, Vol. 2, No. summer, pp. 10-19, 1995.
- [4] ISO/IEC 11172 *Information Technology: coding of moving pictures and associated audio for digital storage media at up to about 1.5 Mbit/s*, 1993.
- [5] MpegTV. MPEG Pointers and Resources. <http://www.mpeg.org/MPEG/video.html>.