

L_040

屋外無線システムにおける動的映像品質制御方式の実験評価 Evaluation of Dynamic Stream Quality Control over Wireless Network

杉本 武之†
Takeyuki Sugimoto

山口 実靖‡
Saneyasu Yamaguchi

浅谷 耕一†
Koichi Asatani

1. はじめに

ネットワーク構築が容易、ネットワーク構築費用が低いなどの理由により無線システムが急速に普及しており、学校や企業間などのビル間ネットワークへの適応にも期待が集まっている。

屋外無線システムでは通信品質が時間的に変動するため、屋外無線システムを用いるビル間ネットワークにおいてTV会議やストリーミング配信を行なう場合は、送信映像品質を動的に制御する必要がある。そこで、我々は早稲田大学(以下、早大)ー工学院大学(以下、工学院大)間に2.4GHz帯屋外無線システムを構築し、動的映像品質制御システムを実装し、評価した。

2. 2.4GHz帯屋外無線システム

本無線システムは、早大大久保キャンパス55館と工学院大新宿キャンパスとの間に、IEEE802.11bに準拠する2.4GHz帯屋外無線システムを用いて構築されている。本無線システムの構成図を図1に、早大ー工学院大の位置関係を図2に示す。早大ー工学院大間の距離は約2Kmであり、途中にはオフィスビル群やホテル、駅等が存在している。

本無線システムでは、2.4GHz帯を使用しているため同周波数帯を用いるISM (Industry Science Medical) 機器や無線システム間の電波干渉等により通信品質が時間的に変動することが確認されている[1]。図3に本無線システムを用いて計測したスループットの測定例を示す。同図より、スループットが時間的に変動していることが確認でき、伝送路状態の時間的な変動に合わせて送信側の映像品質を制御する必要があると言える。

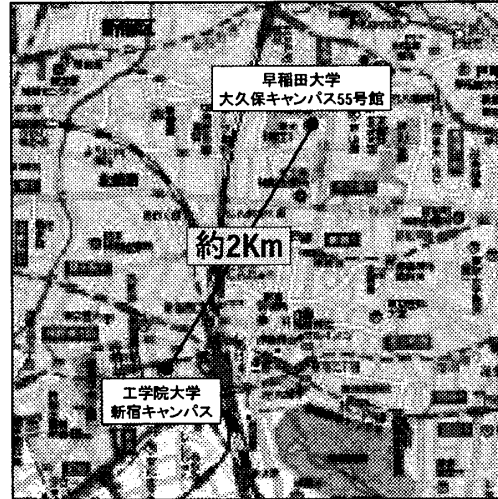


図2. 早大ー工学院大の位置関係

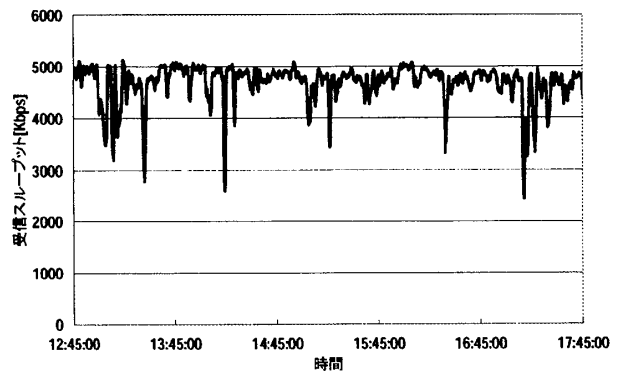


図3. 屋外無線システムにおけるスループット測定例

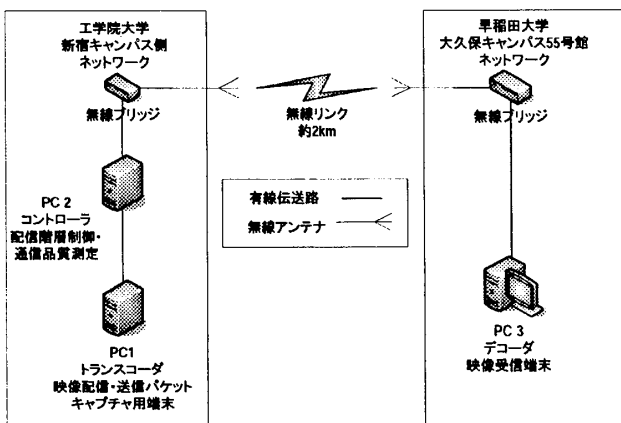


図1. 本屋外無線システムの構成図

3. 多階層トランスコーダ

送信側の映像品質を制御するために、高位階層間独立スケラブル符号化方式を用いた多階層トランスコーダを使用する[2]。従来の階層符号化方式では拡張階層が基本階層に依存しており、中間階層が損失した場合は損失した階層以降の拡張階層を受信しても符号化できないという問題点がある。これに対して高位階層間独立スケラブル符号化方式では各拡張階層が独立しているため、いずれかの拡張階層が損失しても図4のように受信した拡張階層の情報を復号することが可能である。これにより、伝送路状態が悪い時には送信階層数を下げ、低品質で映像を送信し、伝送路状態が良い時には送信階層数を上げ、高品質で映像を送信することが可能となる。本研究ではこの性質を利用して拡張階層の送信数を変化させ、動的映像品質制御方式を実現する。

† 工学院大学大学院

‡ 工学院大学

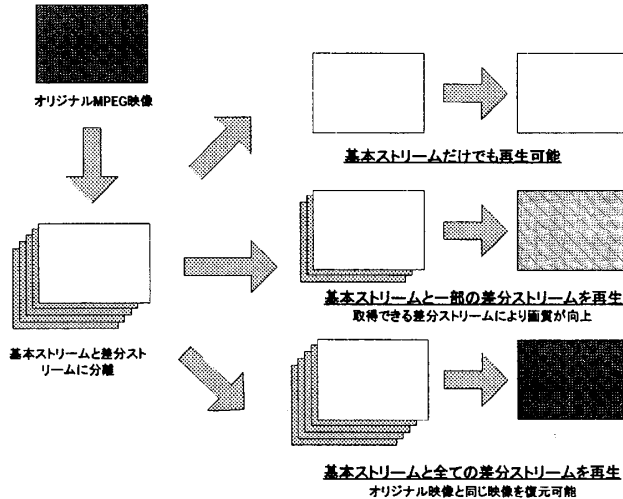


図4. 高位階層間独立スケーラブル符号化方式

4. 動的映像品質制御方式

動的映像品質制御では、上記の多階層トランスコーダを用いて通信状況に応じて送信映像品質を動的に制御する。まず、pingにより図1のPC2からPC3に対して一定期間ICMPパケットを送信しRTT(Round Trip Time)の平均値(RTTavrとする)およびpingの成功率(PINGSRとする)を算出する。算出したRTTavrおよびPINGSRから無線伝搬路の実効帯域を推測し、PC2において送信する階層数を決定する。決定方法としては、PINGSRが閾値(PINGSRthu)以上かつRTTが閾値(RTTth)以下なら空き帯域があるとみなし送信階層数を増加させ、PINGSRが閾値(PINGSRthd)以下になら実効帯域以上に配信しているとみなし送信階層数を減少させる。

5. 動画像送信実験

表1に示す最小送信レート、平均送信レート、最大送信レートの動画像を用いて早大-工学院大間で映像送信実験を行なった。PC2におけるPINGSR及びRTTavrの算出は、pingにより毎秒5回10秒間送信して行い、PINGSRthu=100%、PINGSRthd=95%、RTTth=20msとした。また送信レートの測定はPC2で行ない、受信レートの測定はPC3で行なった。測定時間は、比較的スループット変動の大きい平日11~18時の一時間を選択して計測した。図5に動的映像品質制御を行なった際の送受信スループット測定結果を、表2に送信階層数を固定および動的映像品質制御方式を用いた際の送信レート、受信レート、パケットロス率を示す(ただし、図6における送信レートと受信レートの値はほぼ等しく両線は重なって表記されている)。図3より本屋外無線システムの実効スループットが時刻により3Mbps程度まで減少する事が確認されており、図5より本提案システムが適切に送信レートを制御できた事が確認できる。また、表2より、動的映像品質制御を行なうことにより、送信階層数を3, 4, 5と固定して送信した場合と同程度の平均受信レートを獲得する事ができ、平均パケットロス率は送信階層数を3に固定して送信する場合より低い事がわかる。以上の事から動的映像品質制御を行なうことにより、スループットの時間的な変動に対して最適な階層を選択して送信できたことがわかる。

表1. 各階層数の送信レート

送信階層数	最小送信レート [Mbps]	最大送信レート [Mbps]	平均送信レート [Mbps]
1	1.0	1.5	1.4
2	1.2	3.2	2.8
3	1.4	4.8	4.1
4	1.5	6.3	5.3
5	2.6	7.6	6.5

表2. 平均送受信レート及びパケットロス率

送信階層数	送信レート [Kbps]	受信レート [Kbps]	パケットロス率 [%]
1	1.4	1.4	0
2	2.8	2.8	0
3	4.1	3.8	6
4	5.3	3.7	29.8
5	6.5	4.4	31.0
動的映像品質制御	4.0	3.9	0.7

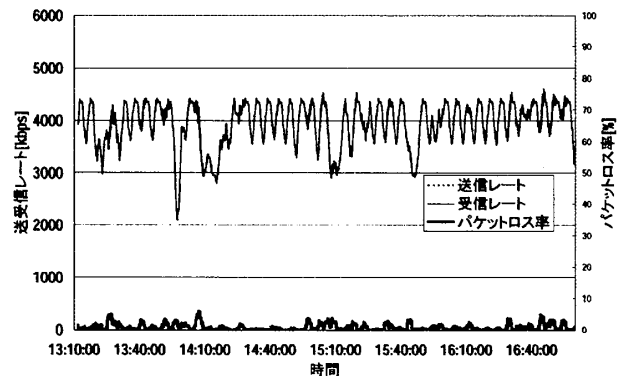


図5. スループット測定結果

6. おわりに

本稿では、早大-工学院大間で構築した2.4GHz帯屋外無線システムにおいて、通信状況の観察による動的映像品質制御方式を提案し、実装および評価を行なった。その結果、動的映像品質制御方式を用いる事により、送信階層を固定して送信した場合と比較しパケットロス率を抑えつつ映像品質を向上させることが可能であることが確認された。

今後は、動的映像品質制御を行なう際のパラメータの検討および、より正確な通信状況の調査方法を検討していく。

参考文献

- [1] 永田純一, 吉岡初, 山本俊夫, 中谷信樹, 若原俊彦, 浅谷耕一, "2.4GHz帯屋外無線システムの性能評価に関する検討," 信学技報 IN2002-48 July 2002.
- [2] 涌井道子, 永吉功, 花村剛, 富永英義, "ビットストリーム変換による階層間独立スケーラブル映像符号化方式の検討" 情処研報 AVM-44, pp.25-30, Mar 2004.