

画像電子学会2016年度第44回年次大会
企画セッション講演資料

ドローンを用いた街角映像収集・アーカイブ

2016年6月19日

中西 浩

Prof. Dr. Hiroshi Nakanishi

Malaysia –Japan International Institute of Technology

University Technology Malaysia

研究の背景、目的

1. 背景

- (1)再開発等で、街の風景や人々の日常の営みに変化している。
- (2)ゴミの不法投棄など、美観や環境の破壊行為が続いている。
- (3)地上と空の両方から景観の変化を立体的に把握する必要がある。

2. 目的

- (1)これまでの街角の人の動きの映像を蓄積・公開・アーカイブするシステムに、ドローンによる空撮映像を加える。
- (2)そのための、ストレージ構成法を含むシステム設計法を明らかにする。

街角映像蓄積・公開・アーカイブサービスの概要と分類

(1) サービス概要

地上カメラおよび空撮カメラにより、地上の様子を切れ目無く映像化して蓄積・公開・アーカイブする。

(2) サービス分類

- ① 一定期間蓄積・公開に限定されるサービス
 - ・多くの人が集まる街角の様子
- ② 長期間蓄積・公開・アーカイブするサービス
 - ・不法投棄や治安上の問題のある街角の様子
 - ・街の再開発による街並みの変化・変貌の様子

研究内容

1. 基本設計

(1) カメラ映像符号化方式と所要蓄積容量の関係の明確化

(2) 映像蓄積・公開・アーカイブに適したストレージシステム構成法および多重の書込み・読出しの性能の明確

2. システム設計

(1) 映像蓄積・公開・アーカイブに適したストレージシステム設計

(2) 総合システム設計

地上と空からの街角映像の撮影と蓄積イメージ



路上設置カメラによる 撮影

- ・路上・街角にカメラ設置
- ・搭載カメラ撮影映像をNW
でサーバーに送信・蓄積



ドローンによる空撮

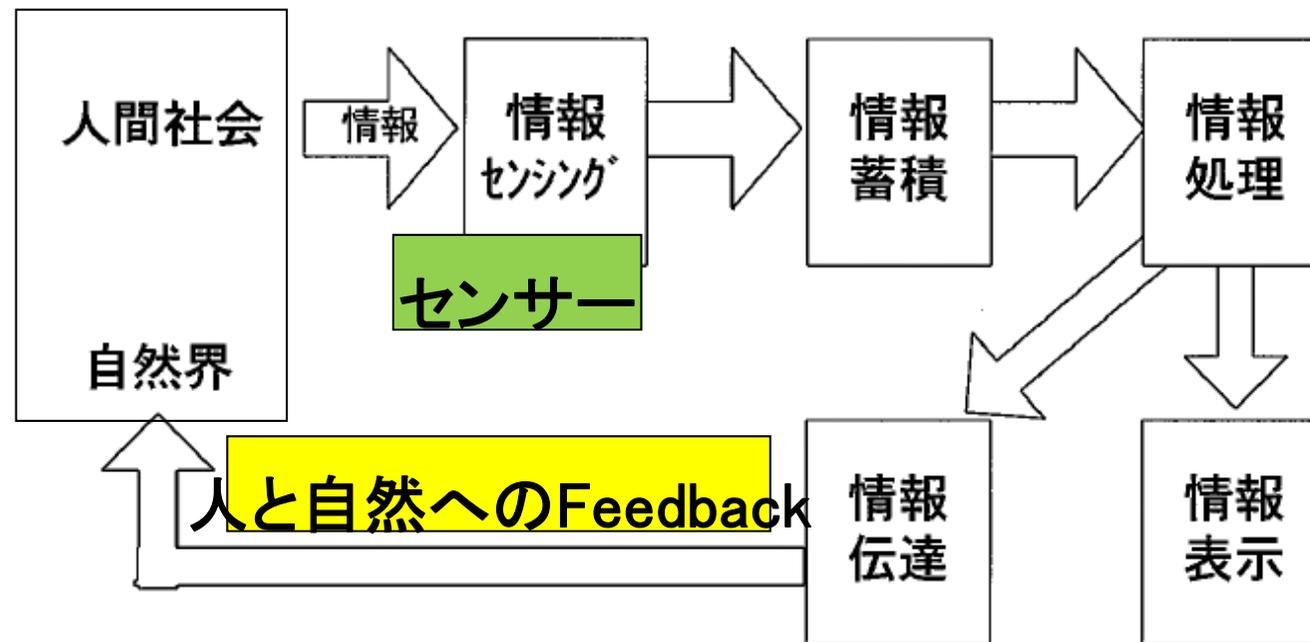
- ・ドローンにカメラ搭載
- ・搭載カメラ撮影映像を
NWでサーバーに送信・
蓄積

ICTは、人間社会と自然界を結ぶ科学技術

IC システムの構成

T

人間社会 : ヒューマンインターフェース
自然界 : ネイチャーインターフェース



ドローンの利用

荷物運搬

ドローン

輸送

作用させる機器を
航行

情報セン
シング

プライバ
シー

作用遂行

人・モノへ
の危害

プライバシー

プライバシーには、下記の2種類がある。

- (1) 法律上の権利としてのプライバシー権 (Legal Rights to Privacy)
- (2) 自主的に尊重しあうべき社会規範、倫理規範としての
プライバシー (Privacy to respect)

1964年9月28日に下された『宴のあと』の判決において、「プライバシー権侵害の要件」が下記のように示された。

- ① 私生活上の事実、又はそう受取られる可能性のある事柄であること
- ② 一般人の感受性を基準として当事者の立場にたった場合に公開を欲しないであろう、と認められるべき事柄であること
- ③ 一般の人に未だ知られていない事柄であること
- ④ 公開によって当該私人が現実に不快や不安の念を覚えたこと

出典：放送大学講義用中西作成資料からの抜粋

どのような個人情報がプライバシー権の対象となるか？

- (1)「犯罪歴情報、DNA情報、収入情報」などは、上記の基準からプライバシー権侵害の対象となる個人情報である。
- (2)一方、「住所、氏名、生年月日」などの個人情報は、公知事実の情報であり、プライバシー権の対象外となる情報である。ただし、本人が公開を欲しない事柄と結び付けて公開した場合は、プライバシー権侵害対象情報となる。

出典：放送大学講義用中西作成資料からの抜粋

情報に関するプライバシー権

(1) データ・プライバシー

政府や民間企業が保有する個人情報データベースに関わるプライバシーで、情報主体が公開を欲しないデータが含まれている場合のプライバシーを指す。

例えば、情報主体の住所、氏名に加え、勤務先、役職、年収が含まれるデータは、年収など他人に知られたくない個人データを含むので、データ・プライバシーの対象となる。

個人情報データベースについては、情報主体が知らないうちに情報が格納され、加えてどんな情報が格納されているかも知ることができない場合が殆どであり、データ・プライバシー権を、どう保障するかの問題が存在している。

(2) インフォメーション・プライバシー

情報が、文脈性(ストーリー性)を持つ情報によって構成されている場合のプライバシーを指す。

例：情報主体の住所、氏名に加え、「学校に通う子供がいて学費がかさむのに会社を解雇され、家計が苦しいらしい」などが加わった情報は、インフォメーション・プライバシーの対象となる。

出典：放送大学講義用中西作成資料からの抜粋

情報化社会の進展とプライバシー

- (1) 情報化社会では、ネットワークと情報通信技術の進展が加速し、個人の情報やプライバシーが露出する機会が飛躍的に増えている。
- (2) 荷物配送票に、配送先および依頼人の名前、住所、電話番号等の記載をすることで、荷物が正確に配送されたり、宛先に送付先の人がない場合は、依頼人に送り返されるなど、物流に大いに役立っている。
- (3) しかるに、例えば同窓会など仲間内の催しものへの参加者の名簿を作るか、作ったとして参加者に配布するのか、などが議論になるなど、公知の個人情報に対するためらいが見られるのも事実である。

出典：放送大学講義用中西作成資料からの抜粋

情報化社会の進展とプライバシー

- (4)最近では、「消費傾向等、プライバシーのレベルが低い個人情報をもとに、情報主体の同意を得て収集・分析し、これに基づいて個人の好みにあった情報提供をする手法」なども検討されている。
- (5)上記のように、個人のプライバシー保護を保障し、個人の許容基準内のプライバシー情報を収集・分析し、これをもとに、個人や社会に有用となるサービスを増やしていくことが、極めて重要である。

出典：放送大学講義用中西作成資料からの抜粋

無人航空機(ドローン・ラジコン機等)の飛行ルール

平成27年9月に航空法の一部が改正

平成27年12月10日～ドローンやラジコン機等の無人航空機の飛行ルール新たに導入

対象となる無人航空機:

「飛行機、回転翼航空機、滑空機、飛行船であって構造上人が乗ることができないもののうち、遠隔操作又は自動操縦により飛行させることができるもの(200g未満の重量(機体本体の重量とバッテリーの重量の合計)のものを除く)」。

いわゆるドローン(マルチコプター)、ラジコン機、農薬散布用ヘリコプター等が該当

(例)



(ドローン (マルチコプター)) (ラジコン機)

(農薬散布用ヘリコプター)

出典:国土交通省ホームページ http://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.html

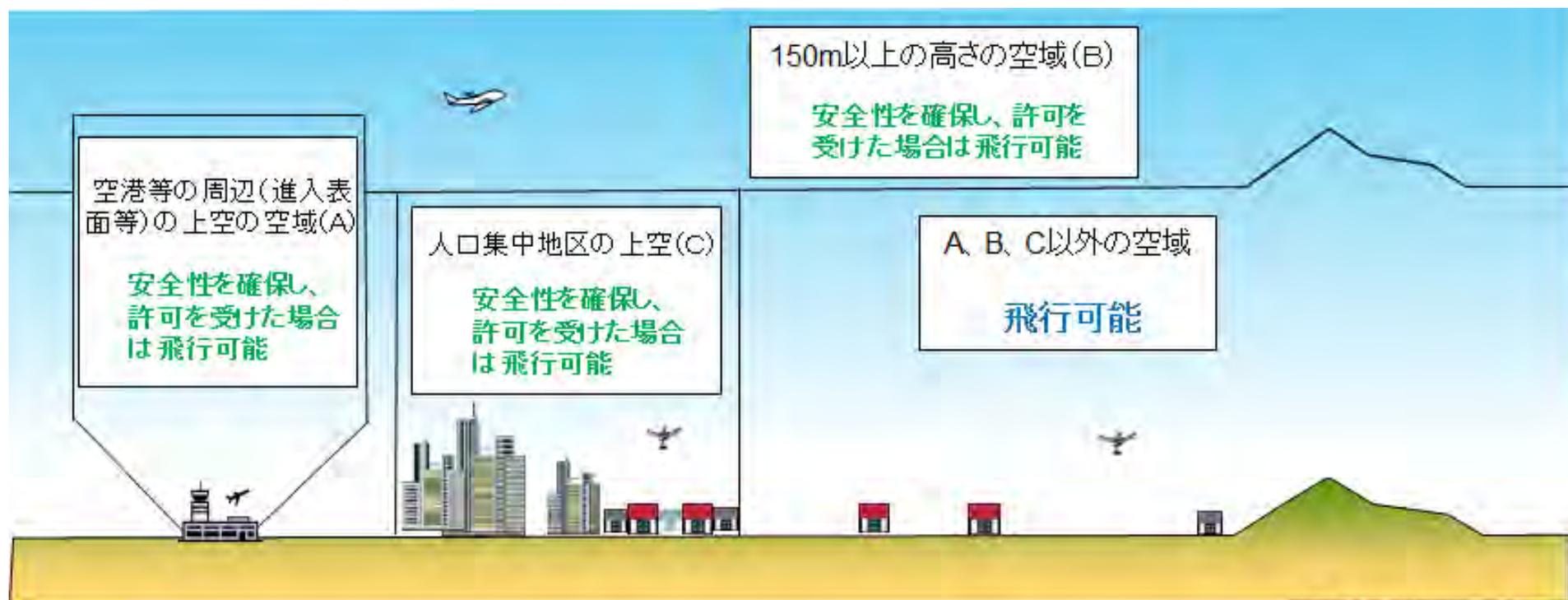
無人航空機の飛行の許可が必要となる空域

◆ 航空機の航行の安全に影響を及ぼすおそれのある空域

(A) 空港等の周辺の空域 (B) 地表又は水面から150m以上の高さの空域

◆ 人又は家屋の密集している地域の上空

(C) 平成22年の国勢調査の結果による人口集中地区の上空
(5年毎の国勢調査結果)

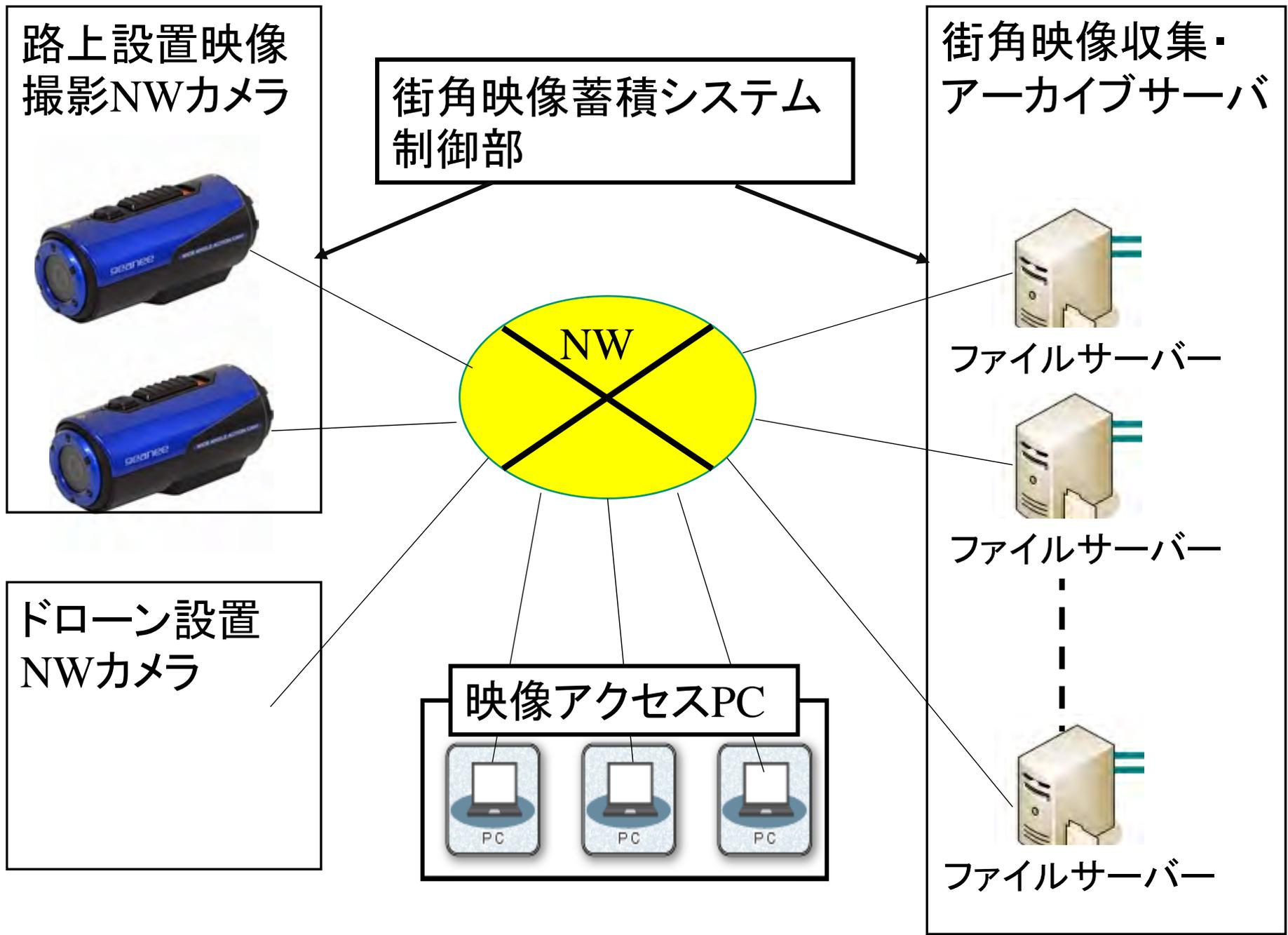


(空域の形状はイメージ)

出典：国土交通省ホームページ

画素数 (映像方式)	符号化 方式	符号化 速度 (Mbps) 30fps	24時間映像所 要蓄積容量 (Giga Byte)
360x240	Mpeg-1	1.5	16.2
640x480(VGA) 720x480(SD)	Mpeg-2	6	64.8
1440x1080 (HD)	H.264	1~9 (注)	10.8~ 97.2
1920x1080 (Full HD)	H.264	1.5~12 (注)	16.2~ 129.6

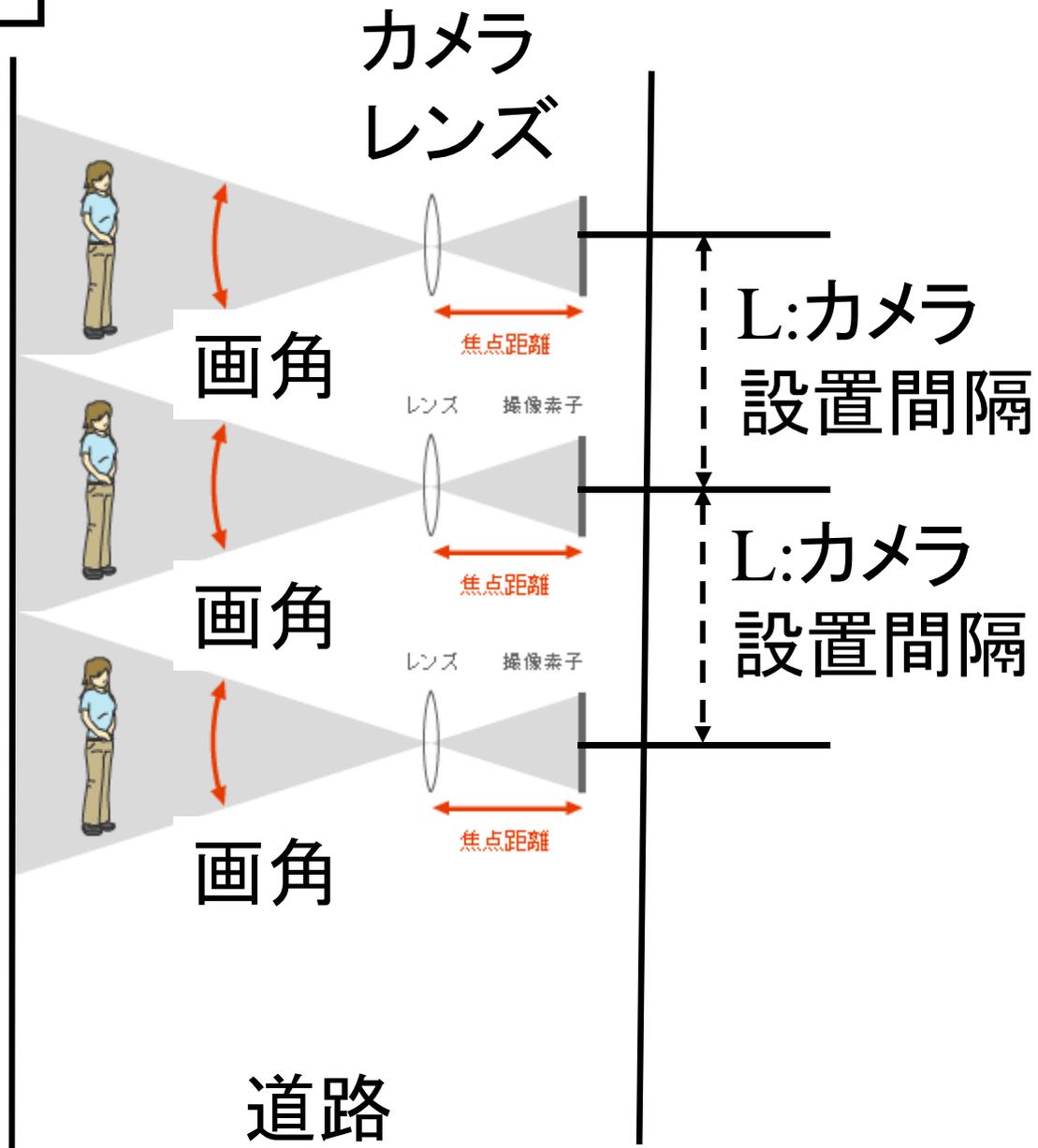
注：符号化方式の進展を反映、画質のレベルにより速度が異なる



道路沿いカメラ配置

2メガピクセル
[16:9]モード時
画角

方向	Wide時
水平	86.6度
垂直	47.57度



出展：
http://panasonic.biz/security/support/technic/gakaku_configinfo.html

道路種別	総延長※ ¹	実延長※ ²
高速自動車国道	9,267.7km	8,050.3km
一般国道	67,427.3km	55,222.3km
都道府県道	142,408.9km	129,396.8km
市町村道	1,054,516.5km	1,022,247.8km
合計	1,273,620.4km	1,214,917.1km

1 総延長：道路法の規定に基づき指定又は認定された路線の全延長

2 実延長：

「総延長」から「重用延長※³」「未供用延長※⁴」「渡船延長※⁵」を除いた延長

3 重用延長：上級の路線に重複している区間の延長

4 未供用延長：路線の認定の告示がなされているが、まだ供用開始の告示がなされていない区間の延長

道路総延長距離にカメラ配置した場合の所要蓄積容量の計算

画素数 (映像方式)	符号化 方式	カメラ1台 24時間 映像 蓄積容量 (Giga Byte)	道路総延長距離 に10m間隔でカメラ 配置 24時間映像蓄積 容量(Exa Byte)
360x240	Mpeg-1	16.2	2.062
640x480(VGA) 720x480(SD)	Mpeg-2	64.8	8.248
1440x1080 (HD)	H.264	10.8~ 97.2	1.374~ 12.372
1920x1080 (Full HD)	H.264	16.2~ 129.6	2.062~ 16.496

HDDの性能(書込み・読出し性能)の計算

1. HDDの書込み・読出し性能を決める諸元

- ①1回のI/Oコマンドで書込み・読出しする連続ブロックに存在するデータ量： $D(\text{MB})$
- ②平均シーク時間： $T_{skav}(\text{s})$
- ③平均回転待時間： $T_{wtav}(\text{s})$
- ④データ転送速度： $V_{trns}(\text{MB/s})$

HDDの性能(書込み・読出し性能)の計算(続き)

2. HDD1台の性能の概算

あるトラック位置から、別のトラックに存在するデータDを読出し・書込みする時間 T_d は、:

$$T_d = T_{skav} (\text{平均シーク}) + T_{wtav} (\text{平均回転待}) + D/V_{trns} (\text{データ転送})$$

●データ量Dが小さい場合 : $D/V_{trns} \ll T_{skav} + T_{wtav}$

$$T_d \approx T_{skav} + T_{wtav}$$

--書込み・読出し時間はシークと回転待ち時間の和

●データ量Dが大きい場合 : $D/V_{trns} \gg T_{skav} + T_{wtav}$

$$T_d \approx D/V_{trns}$$

--書込み・読出し時間は、データ転送速度に反比例

HDD書込み・読出し時間の計算例

1. シーク時間、回転待ち時間、データ転送速度の例
(Hitachi UltrastarA7K1000の場合)

①シーク時間：

平均8.2ms, 1トラック：1ms、最大トラック：十数
ms

②回転待ち時間（回転数7200rpm）：

平均4.17ms,最大8.34ms

③データ転送速度：

85MB/S（最外ゾーン）～42MB/S（最内ゾーン）

HDD書込み・読出し時間の計算例

2. HDDの書込み・読出し時間

①1アクセスで、4Mbitを書込み(読出し)

②1アクセス処理時間(ms)=

・最外周: 18.37ms

8.2(シーク)+4.17(回転待ち)+6(最外ゾーン書込み・読出し)

・最外周: 23.37ms

8.2(シーク)+4.17(回転待ち)+11(最内ゾーン書込み・読出し)

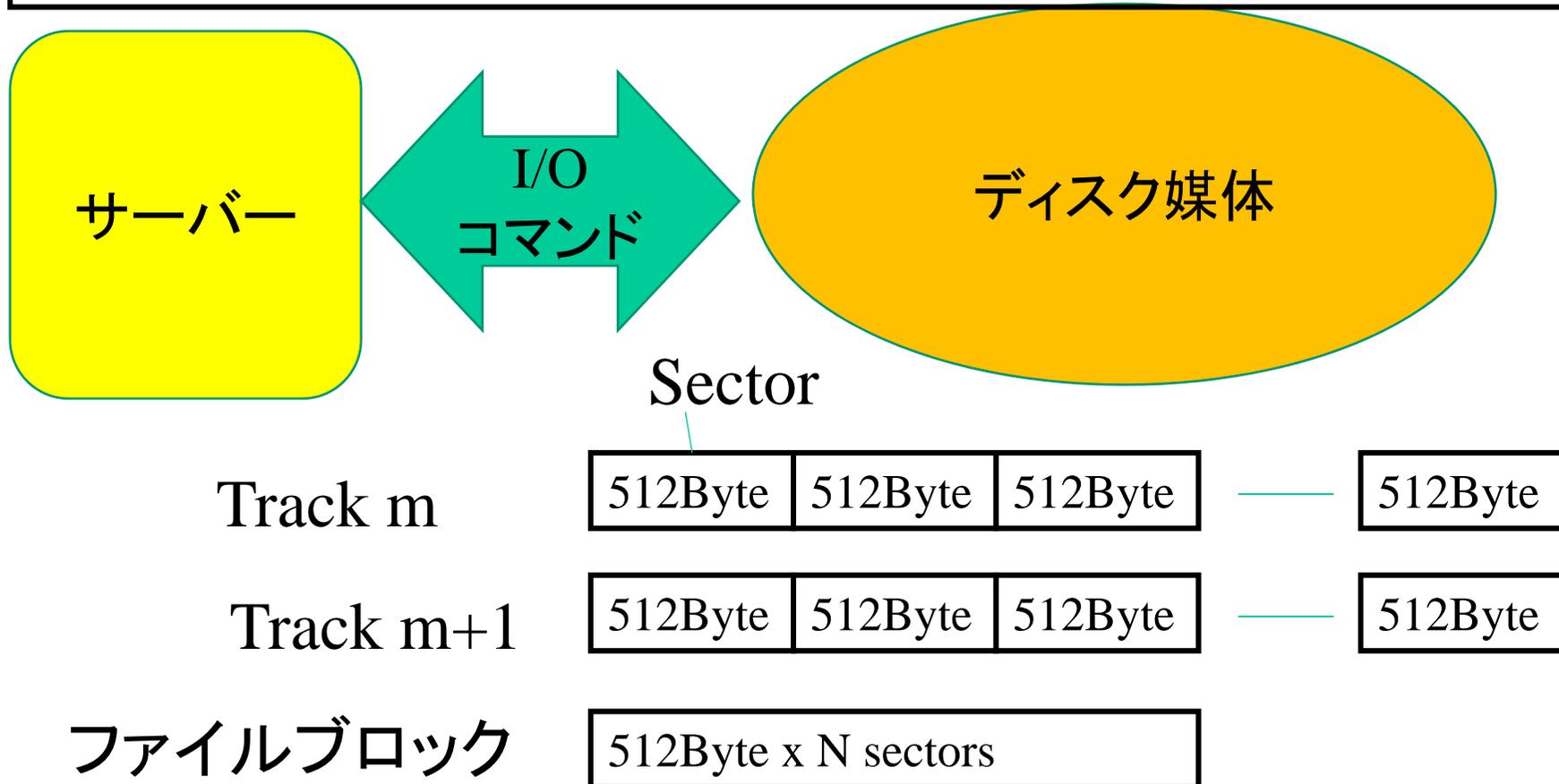
3. 1秒当たりの書込み・読出し回数

=54.4回/秒~42.8回/秒

“上記は、HDDのデータ転送能力を最大限引き出すファイルシステムの場合”

HDDの性能を最大限引き出すファイルシステム

1つのファイルは、M個のファイルブロックで構成
ファイルブロックは、連続する複数のセクターから成る



HDDアクセス処理能力の比較

1回のI/O データ量 (MB)	0.5	1	2	3
HDDスペック				
HDD1: 高転送速度 ・シーク: 平均8.2ms ・回転待: 平均4.17ms ・データ転送速度: 最外ゾーン: 205MB/S 最内ゾーン: 103MB/S	1アクセス 処理時間 ・最外ゾーン 14.8ms ・最内ゾーン 17.22ms	1アクセス 処理時間 ・最外ゾーン 17.22ms ・最内ゾーン 22.08ms	1アクセス 処理時間 ・最外ゾーン 22.12ms ・最内ゾーン 31.78ms	1アクセス 処理時間 ・最外ゾーン 27.0ms ・最内ゾーン 41.49ms
HDD2: 中転送速度 ・シーク: 平均8.2ms ・回転待: 平均4.17ms ・データ転送速度: 最外ゾーン: 85MB/S 最内ゾーン: 42MB/S	1アクセス 処理時間 ・最外ゾーン 18.25ms ・最内ゾーン 24.27ms	1アクセス 処理時間 ・最外ゾーン 24.27ms ・最内ゾーン 36.17ms	1アクセス 処理時間 ・最外ゾーン 35.89ms ・最内ゾーン 59.98ms	1アクセス 処理時間 ・最外ゾーン 47.66ms ・最内ゾーン 83.79ms

街角映像蓄積システム構成の課題

1. ストレージについての現状認識

(1) ストレージの代表のHDDのスループットは、数十MB/S

(2) 街角映像蓄積・公開の利用シーンにおいて、ストレージ構成問題が発生する

① 膨大なデータ量(ゼツタバイト)に対応するストレージ媒体の選択

② 何台のカメラに対して何台のHDDを対応させるか
同時映像書込み数と同時読み出し要求数

街角映像蓄積システム構成

(1) 同じ時刻のファイルへのアクセスの集中への対応

- ・ファイルサーバCache — — — HDD Cache
- ・HDD先読み — — — HDD Cache

(2) 1つのファイルを、複数のHDDに分散して記憶する方式は

- ・SCSIバスArbitrationが頻発して、スループットが落ちる
- ・要シミュレーション

新しい階層記憶システムの開発

(1) 複数のHDDと、複数のBlue Ray Diskを搭載したオートチェンジャを組合せて3階層の巨大記憶システムを構成する

①HDD1次記憶＋Blue Ray2次記憶＋Blue Ray3次記憶

②1次記憶と2次記憶は、オンライン記憶として外部アクセスに対応する。

Blue Rayディスクを跨いだファイルシステムを構築する

③3次記憶は、アーカイブ用であり、Blue Ray Diskをオートチェンジャから取り外し可能。取り外した後、再度オートチェンジャに挿入することで、ファイルの読出し可能。

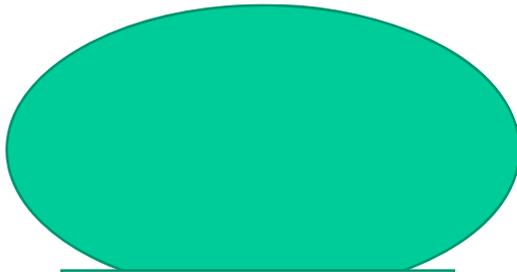
(2) NFSによるアクセスに対応する

(3) すべての記録媒体上の連続領域に情報を蓄積する

(4) その他

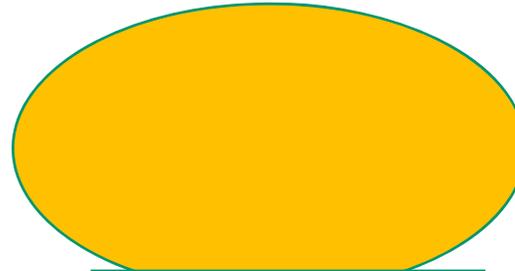
1次、2次、3次記憶システム

HDD (1次記憶)



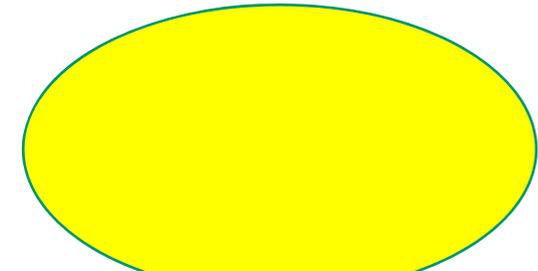
ファイル・
ブロック
(on line)

Blue ray Disk
(2次記憶)



ファイル・
ブロック
(on line)

Blue ray Disk
(3次記憶)



ファイル・
ブロック

同じブロック書込み

同じブロック書込み

街角映像データベース

カメラ映像各々を下記項目で管理

1. カメラ番号
2. カメラ設置場所の住所
3. 映像撮影 西暦・時・分・秒
4. 映像サムネイル
5. 説明事項
6. その他

ストレージ構成による性能の差異比較と望ましいストレージ構成

性能 \ ストレージ構成	カメラ1台にHDD1台 (カメラはn台)	カメラn台に1つのRAID0 (n台HDDでRAID0構成)
蓄積容量	1台のHDD容量 x n	同左
512KB単位のランダム読出しI/O時データ転送速度	Vdt (*1)	~2Vdt (*2)

*1: 62.4MB/S for MBA3073RC

(3.5インチHDD 73GB SAS 15000rpm Ave. Read Seek Time 3.5ms)

*2: 110.7MB/s for Raid0(6台のMBA3073RCで構成)

(出展: http://hikaku.cman.jp/raid/kekka_raid0/)

1. RAID構成(n=6)は、ランダム読出し速度は速い。
しかし、2倍程度にしか早くない。
2. 同時にn台のカメラの蓄積への読出し要求がある場合、カメラとHDDを1:1に対応させる構成の方が、読出し処理能力が高い(約3倍)。

まとめ

路上に配置したカメラおよびドローン設置カメラにより、街角の映像を収集・蓄積・アーカイブするシステムを構想し、基本設計した。

(1)カメラ画素数、符号化速度、蓄積容量、道路上隙間ないカメラ配置方法と総蓄積容量を明らかにした。

(2)路上設置およびドローン設置カメラの映像を蓄積・アーカイブする新しい記憶システムを明らかにした。

(3)ドローンの飛行に関する法規制、および撮影映像蓄積に関するプライバシーの考え方について考察した。

本研究の成果は、急速に変貌を遂げる都市や地域の変化の様子をアーカイブする蓄積システムの構築に貢献すると期待される。