

LTE-Advanced Seminar

3つの技術に対する2つの提案

Kambiz Homayounfar
CEO
PHYBIT, INC.

December 2008

概要

LTE-Advanced の要求

1Gbps モバイルワイヤレスに対する 3 つの技術

1. MiMo の低消費電力メトリック：MCD
2. 確率的適応変調コーディング：SAMC
3. LDPC 畳み込み符号：LDPC-CC

2 つのインプリメンテーションの提案

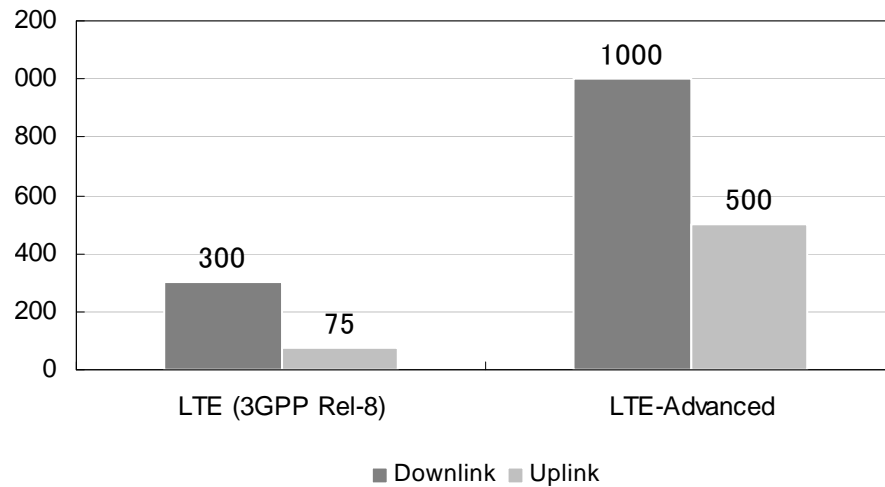
1. 低消費電力 MiMo ASIC
 - MCD を使用した 1 Gbps QRM-MLD
2. チャネルデコーダ ASIC
 - SAMC を使用した 1 Gbps LDPC-CC

LTE-Advanced

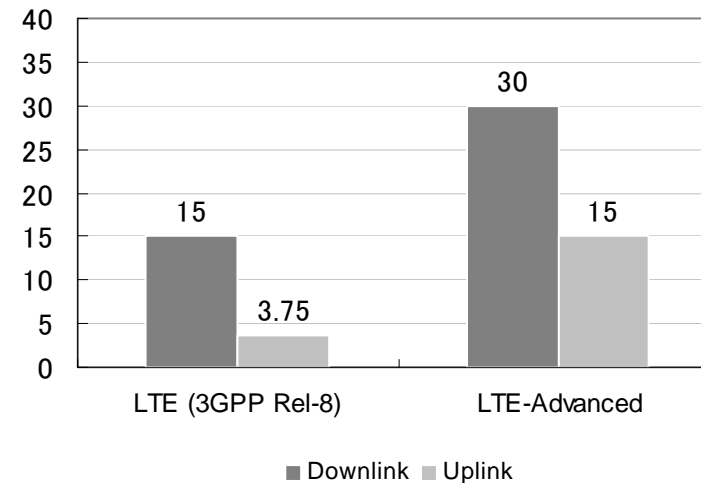
要求

LTE アドバンスのゴールは、LTE よりデータ転送速度を速め、スペクトル効率を高めることです。

Max Data Rates [Mbps]



Spectral Efficiency [bps/Hz]

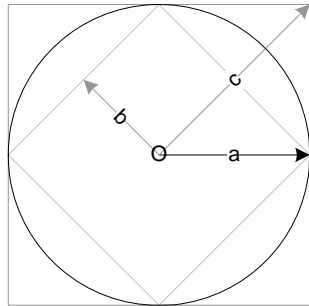


LTE アドバンスに必要なテクノロジーとは？

実現技術	ファイビットのアクティビティ
Higher-Order MiMo	Lowpower MiMo Metric
Adaptive Modulation and Coding (AMC)	Stochastic AMC
Advanced Channel Coding	LDPC Convolutional Codes

MiMo の低消費電力メトリック

Lowpower MiMo Metric



a; Euclidean Distance
b; Manhattan Distance
c; Chebyshev Distance

数多くの MiMO アルゴリズムが存在

ほとんどが SED(スクエア・ユークリッド距離) を使用

$$L_2 = (x_r - y_r)^2 + (x_i - y_i)^2 \quad (\text{EQ 1})$$

ファイビットの MiMo メトリックは;

$$L_1^\infty = \frac{1}{2}(L_1 + L_\infty) \quad (\text{EQ 2})$$

MCD はマンハッタン $L_1 = |x_r - y_r| + |x_i - y_i|$ とチェビシエフ $L^\infty = \max(|x_r - y_r|, |x_i - y_i|)$ の平均を使う

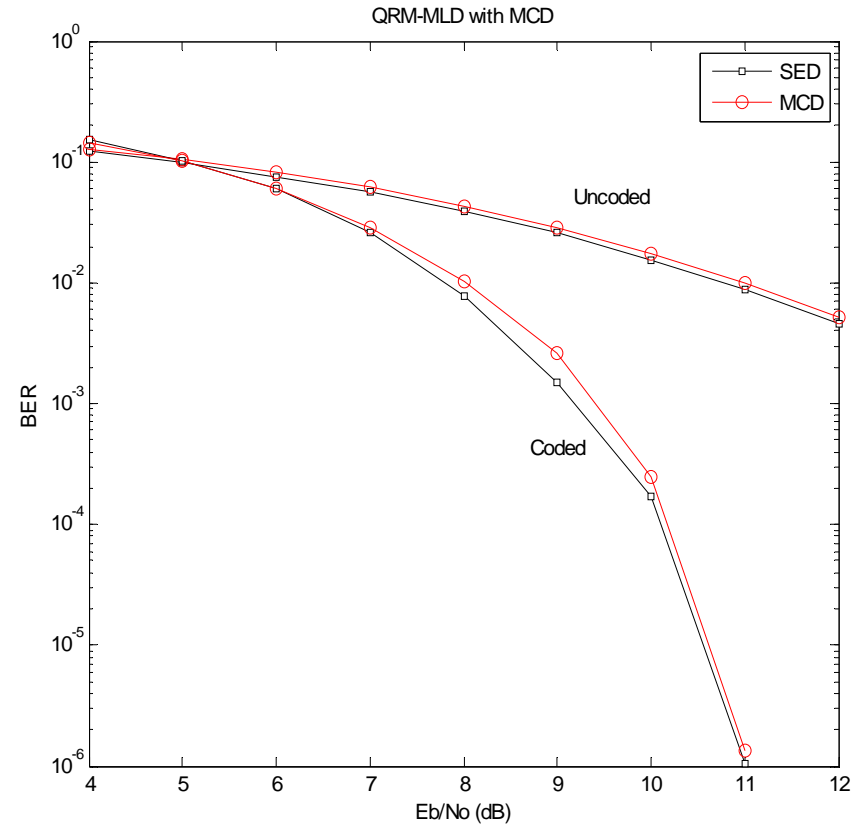
- MCD (マンハッタンチェビシエフディスタンス) と呼びます
- MCD の消費電力は、SED から 90% 減
- MCD の回路エリアは SED に比べて 75% 少ない

MCD を使った QRM-MLD

QRM-MLD に MCD を使用

- BER 性能はほぼ同等
- Eb/No は 7 dB 以下

Parameter	Description
Modulation	16 QAM
OFDM	1024-point FFT 768 Subcarriers
MIMO	4 x 4
MIMO Detection	QRM-MLD
Symbol Time (Ts)	9.259 usec Guard-Interval = 1.674
Channel Model	6-Path exponential Decay [0,-2,-4,-6,-8,-10] dB [0,3,6,9,12,14]*Ts
Channel Estimation	Perfect
Channel Coding	Turbo Rate 1/3
Channel Decoder	Max-log-MAP 8 iteration

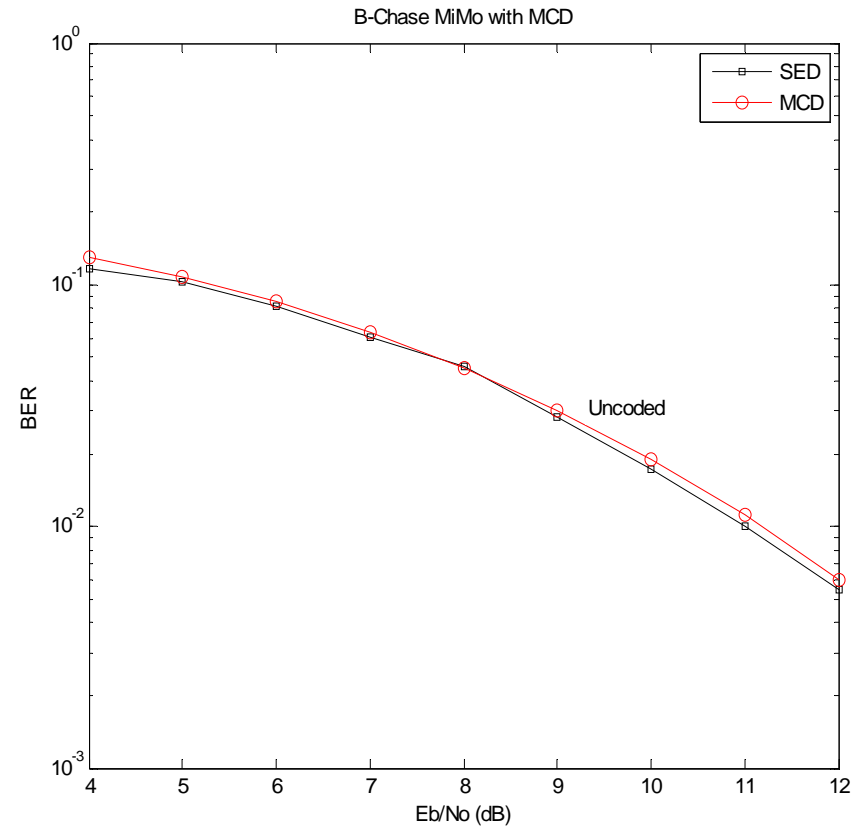


他の MiMo と MCD

他の MiMo アルゴリズムに MCD 使用

- B-Chase MiMo
- BER 性能はほぼ同等

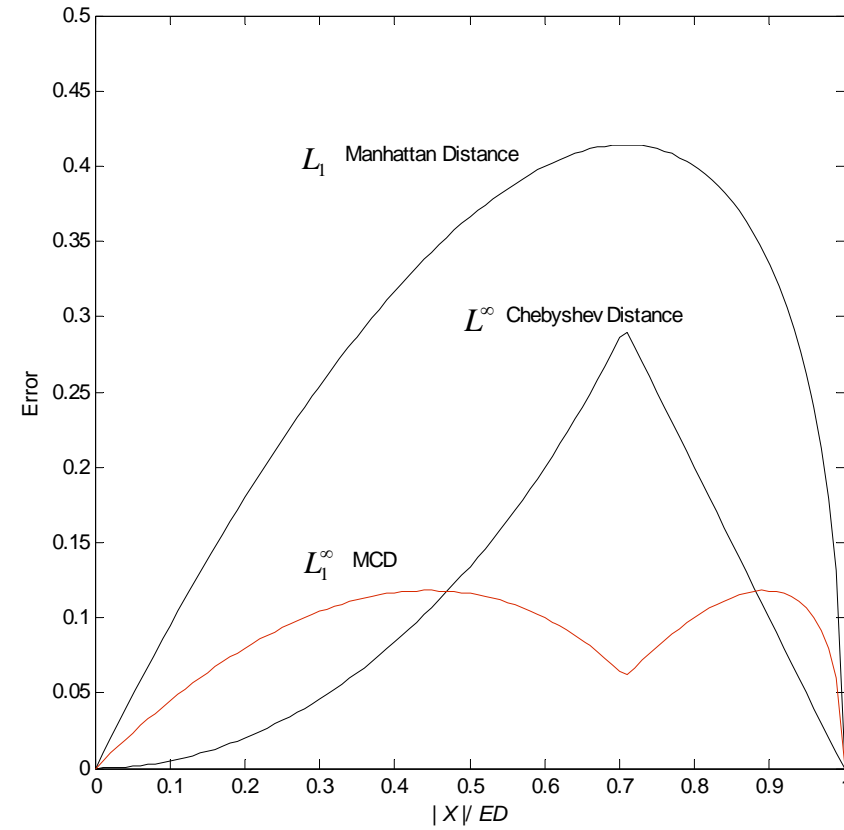
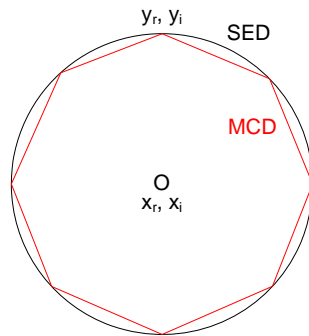
Parameter	Description
Modulation	16 QAM
OFDM	1024-point FFT 768 Subcarriers
MIMO	4 x 4
MIMO Detection	B-Chase
Symbol Time (Ts)	9.259 usec Guard-Interval = 1.674
Channel Model	6-Path exponential Decay [0,-2,-4,-6,-8,-10] dB [0,3,6,9,12,14]*Ts
Channel Estimation	Perfect



MCD の精度

なぜ MCD が良いか？

- 精度が高い
- 最大エラーが 10%以下
- マンハッタンの最大エラーは 40%
- チェビシエフの最大エラーは 30%



MCD の消費電力

The MCD Advantage

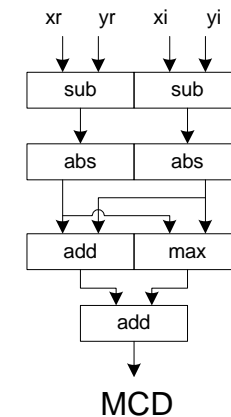
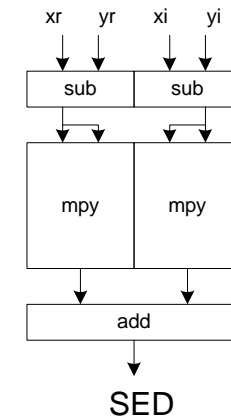
- MCD の消費電力は、SED から 90%減
- MCD の回路エリアは SED に比べて 75% 少ない

Metric	Adder/Subtractor	Multiplier	Comparator	Multiplexer
SED	Two 8-bit sub One 16-bit add	Two 8-bit mpy		
MCD	Two 8-bit sub with abs Two 8-bit add		One 8-bit	One 2-to-1

	Adder/Subtractor		Multiplier	Comparator	Multiplexer
	8-bit	16-bit	8-bit	8-bit	8-bit
Power	1.79 μ W	4.47 μ W	28.2 μ W	1.54 μ W	0.643 μ W
Area	1.44 μ m ²	3.024 μ m ²	12.951 μ m ²	0.837 μ m ²	0.792 μ m ²

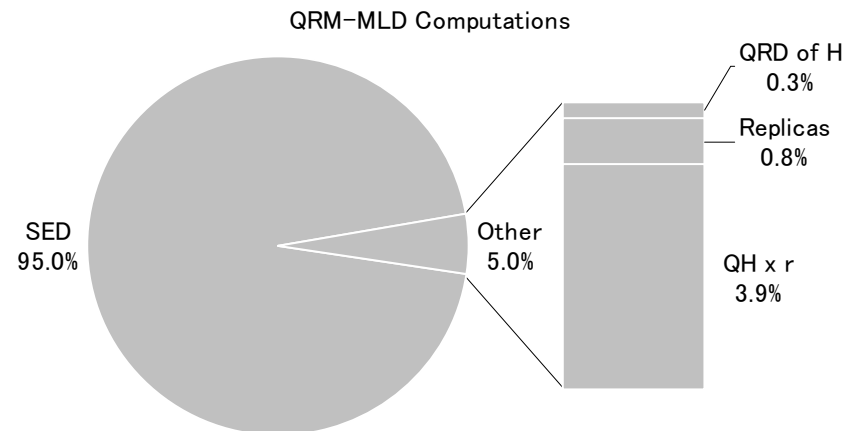
90 nm 6ML TSMC Proceed; Synthesis Estimates

Metric	Power	Area
SED Circuit	64.45 μ W	31.806 μ m ²
MCD Circuit	6.343 μ W	7.389 μ m ²



MCD が MiMo をどのように補助するか

SED は、QRM-MLD の処置の内 95%を占める



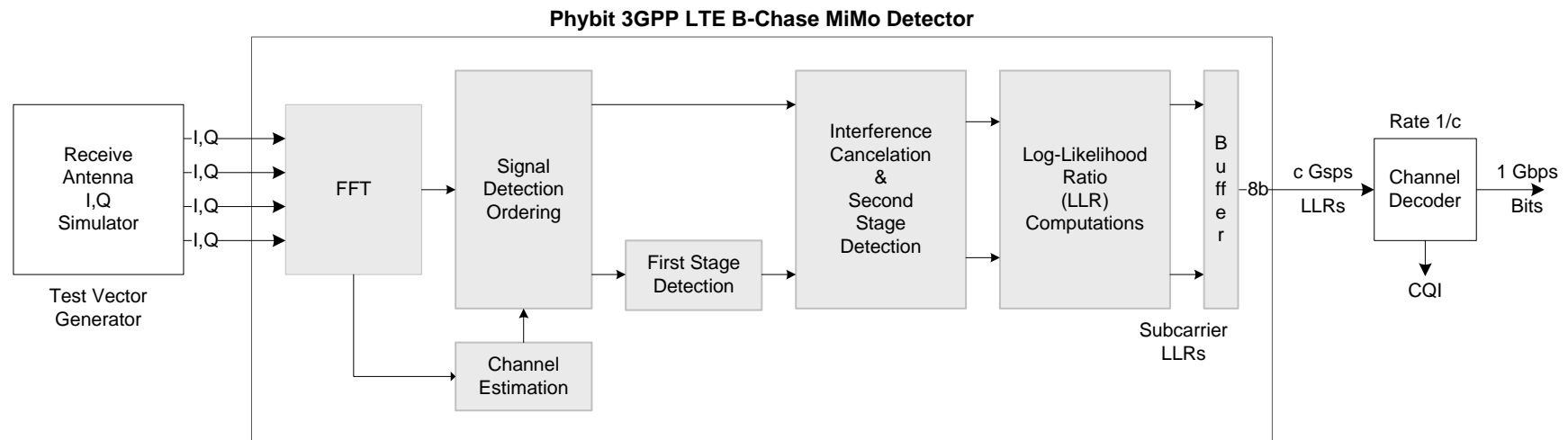
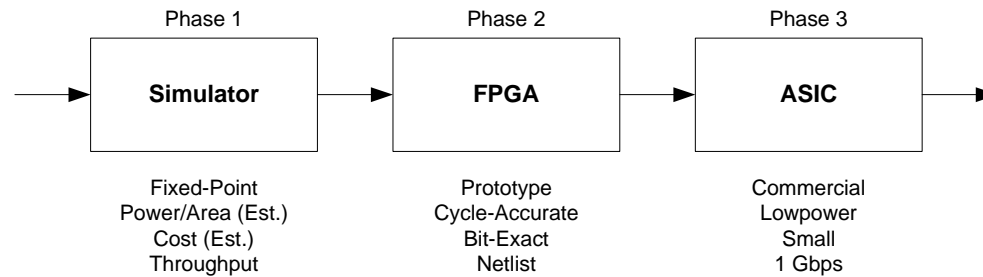
これをルックアップテーブルを用いる事により削減可能

- メモリサイズの増大

インプリメンテーションの提案 1

当社は、MCD を使って低消費電力 MIMO ASIC を提供します

- これに関して3つのプロジェクトをご提案します



確率的 AMC

確率的 AMC (SAMC)

SAMC は 2 つのよく知られたテクニックの合成:

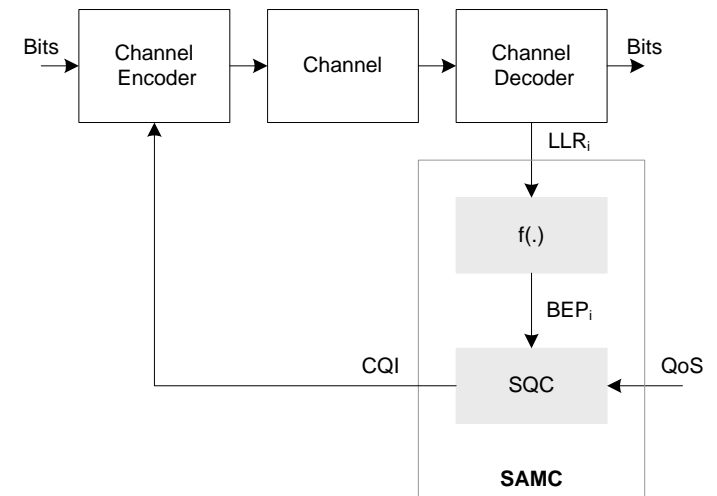
- BEP (ビット誤り率) の即座のエスティメイト
- SQC (統計的品質管理)

BEP はチャンネルデコーダの出力からのエスティメイト

- LLR ロング・ライクリフッド・レシオを BEP にマップします

SQC が単純で効率的な品質コントロール方法を提供します

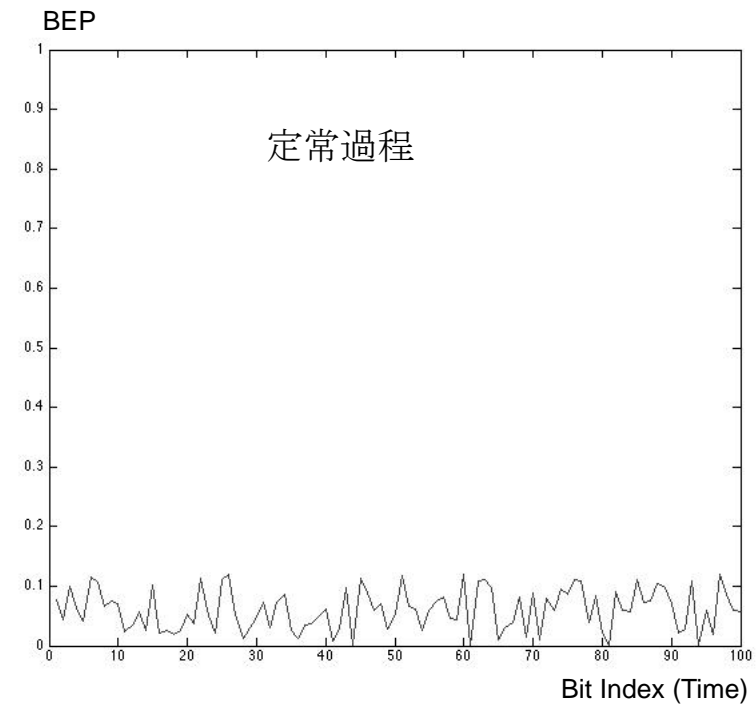
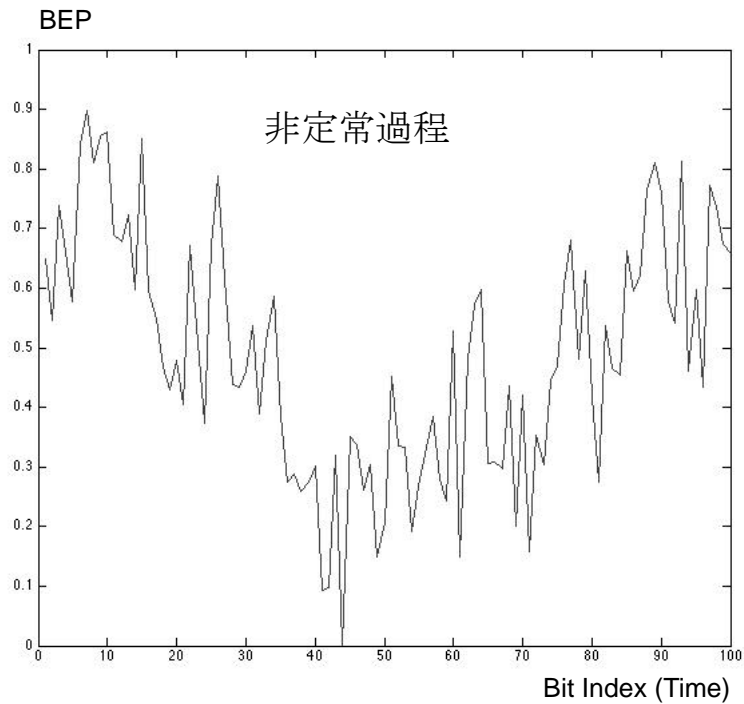
- BEP が QoS ターゲット以下であれば変更なし
- それ以外では、モジュレーションとチャンネル符号化を適用



SAMC の効果 ?

SAMC は無線チャネルを確率過程と想定

- 良好でないチャネルに対しては、BEP は非定常過程
- 良質なチャネルに対しては、BEP は定常過程



SAMC and CQI

SAMC が CQI 値を算出します

- チャンネル品質インディケータ

モジュレーションとコーディングを変更する決定は 2 つの限界（リミット）による

- 処理限界（ウォーニングリミット）
- 警戒限界（アクションリミット）

2 つのルールがチャンネル品質インディケータの値を決める

1. BEP が処理限界を超えた場合；モジュレーションとコーディングのレート変更は少ない
 2. BEP が警戒限界を超えた場合；モジュレーションとコーディングレートの変更は大きい
- BEP と SQC が SAMC を構成する

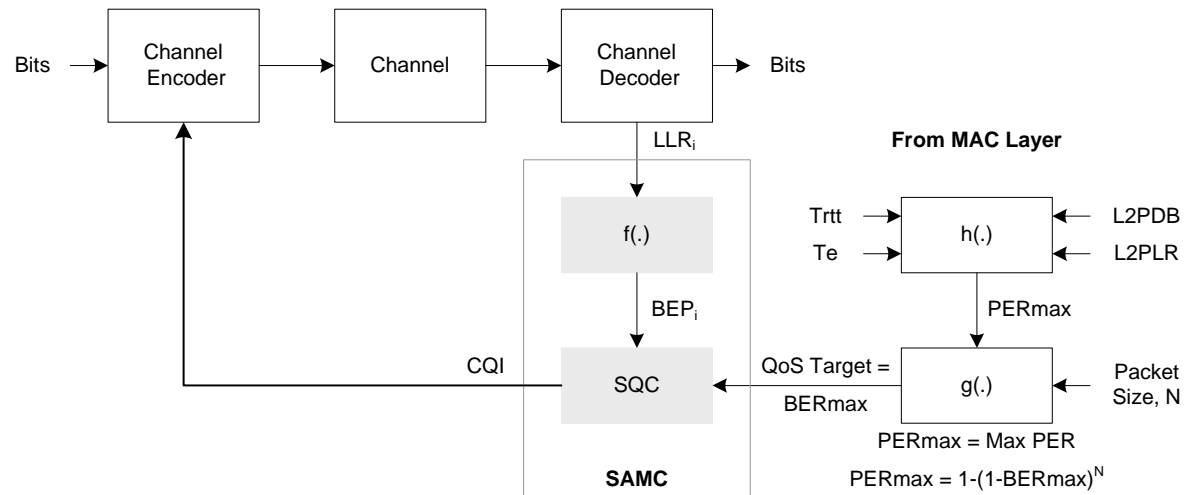
- SAMC は CQI 決定の明確なフレームワークを提供する
- その他 AMC アルゴリズムは実証的アプローチを使う

HSPA での VoIP のための SAMC を使う

記述

HSPA での VOIP のために SAMC を使う

利点: より良い QoS でアーラントラフィック容量は 2 倍になる



当社のアルゴリズムは、レイヤー 2 QoS パラメータ使用

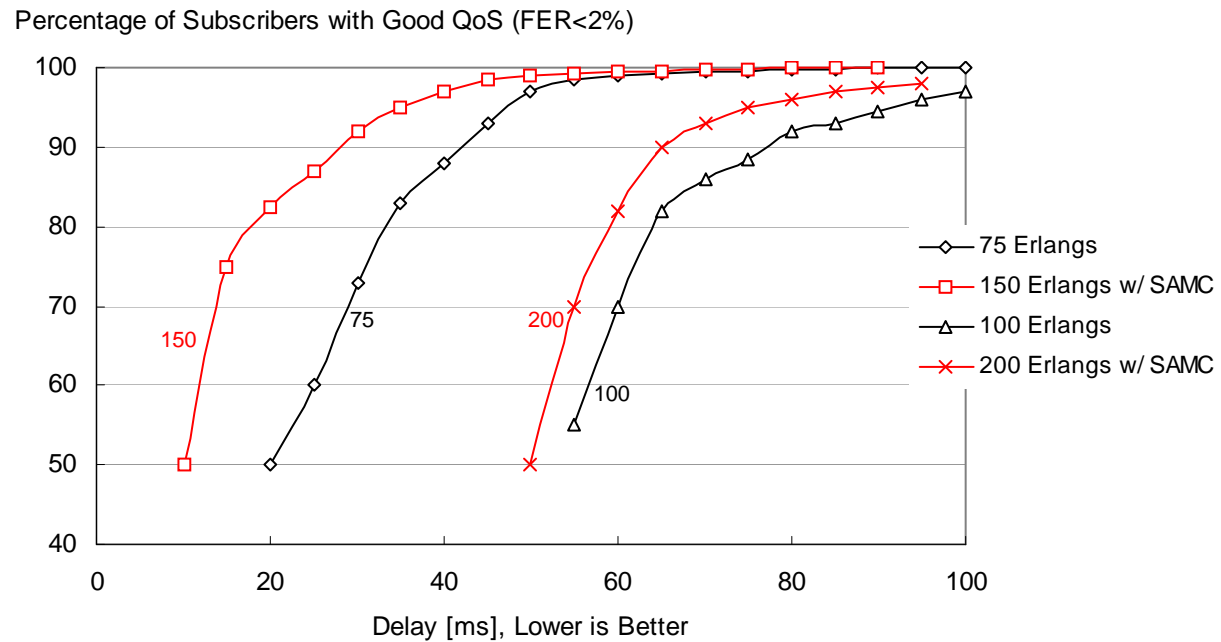
- L2 パケットデータバジェット (L2PDB)
- L2 パケットロスレート (L2PLR)
- $Trtt$ = Round-trip time from packet arrival at PDCP to P-GW, Te = Elapsed time while packet waits to be sent

HSPA での VoIP のための SAMC を使う

性能

SAMC は、1つのレシーバでアーランセクタ容量を2倍にする

- ダイバーシティ受信方式により、より良い性能が出る



LDPC 畳み込みコーデック

LDPC 畳み込みコーデック

LTE アドバンスは、より良いスペクトル効率が必要

- ダウンリンクのための 30bps/Hz (15 bps/Hz uplink)
- MiMo がこの効率を達成する 1 つの方法
- その他はチャネルコーディングによる ; AMC

可変レート符号化は簡単ではない

- インターリーブは複雑
- LDPC が他の候補 : インターリーブが不要

可変レート LDPC は難しい

- パリティチェック行列はすべてのレートで変更が必要

LDPC-CC がこれらの問題を解決します

LDPC-CC の特長

2 種類の LDPC 符号 :

1. LDPC ブロック符号 (LDPC-BC)
2. LDPC 畳み込み符号 (LDPC-CC)

LDPC-CC 性能はメモリによる

- 128 のメモリサイズが標準
- CC の 7 から 9 への比較

LDPC-BC 性能はブロックサイズによる

- 2,000 から 70,000 ビットのレンジへ

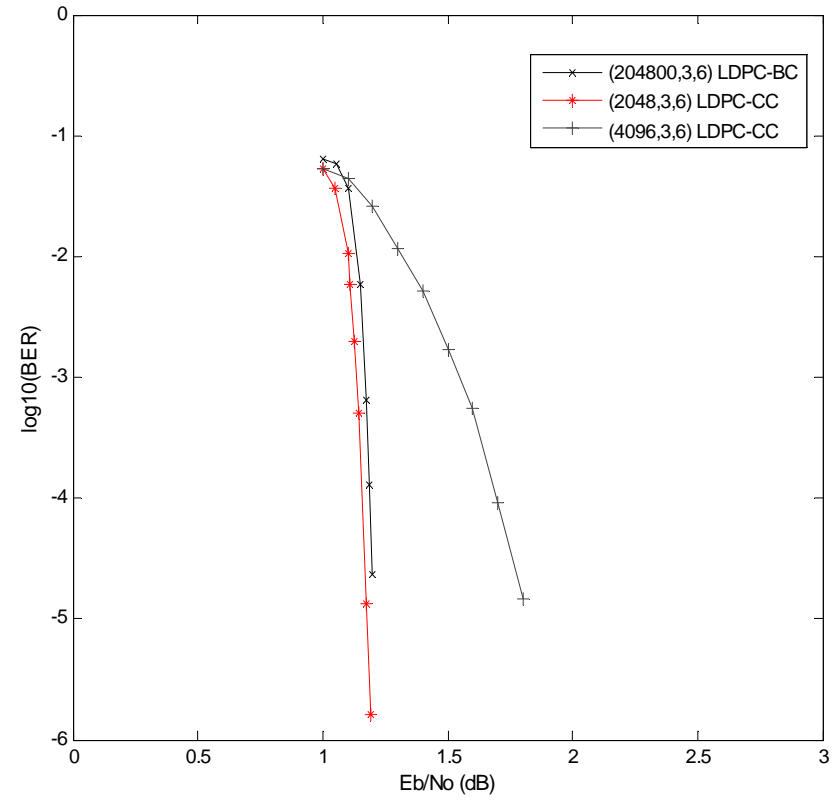
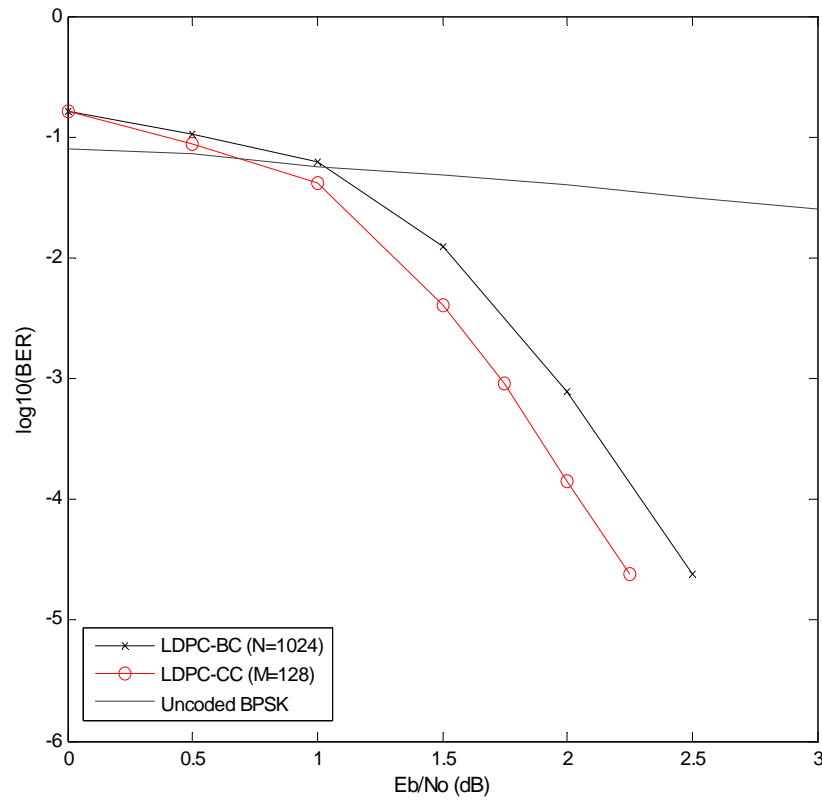
LDPC-CC は実際に強力な CC

- これらは LDPC-BC に近いアルゴリズムでデコードできる
- 並列化の余裕が大きい

LDPC-CC が LTE アドバンスに採用されることを希望します

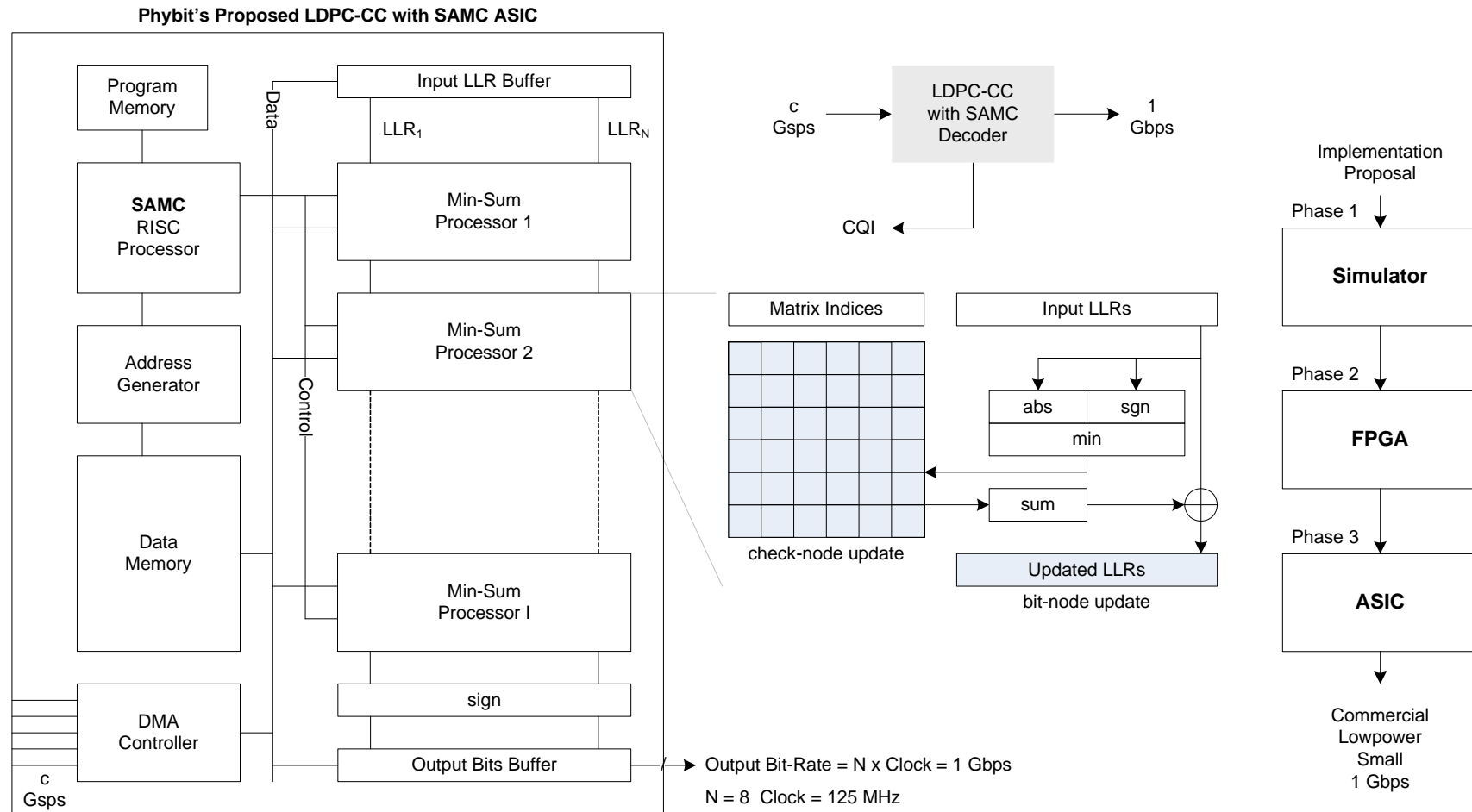
LDPC-CC の性能

小さいメモリ (128 ビット) と大きいメモリ (2048 ビット) の 2 つのグラフ



インプリメンテーション提案 2

LDPC-CC ASIC の 3 つのステップの開発 ASIC



サマリ

サマリ

本日は3つの技術をご紹介します

- MiMoの低消費電力メトリック：MCD
- 確率的適応変調コーディング：SAMC
- LDPC 畳み込み符号

これらはLTEアドバンスに役立つと思っています

- この技術にご興味があれば、ぜひ協業してください

ファイビットは、2つのインプリメンテーションの提案をしました

- MCD ASICを使用した1 Gbps QRM-MLD
- SAMCを使用した1 Gbps LDPC-CC

当社のインプリメンテーション提案1と2をご検討ください

- 必要な情報は提出いたします
- その他のプロジェクトの案もご相談に乗ります
- 貴社の方向性に合わせて協業いたします