

TPUnitニューラルネットワークを用いた 肺レントゲン画像の異常部検出

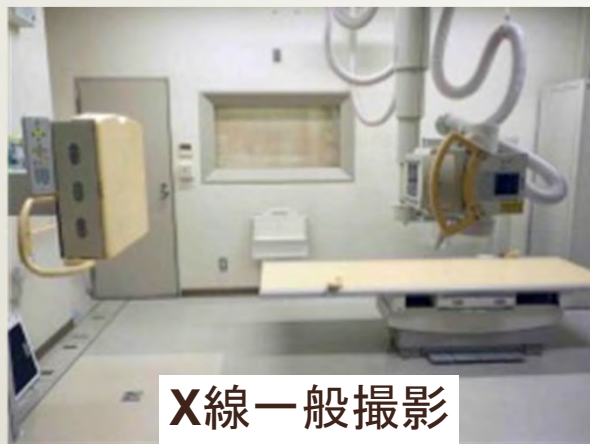
鳥取大学大学院工学研究科情報エレクトロニクス専攻
吉村 宏紀

画像情報を活用した医療診断

医療診断には多くの画像情報が活用されている

装置

得られる画像



X線一般撮影

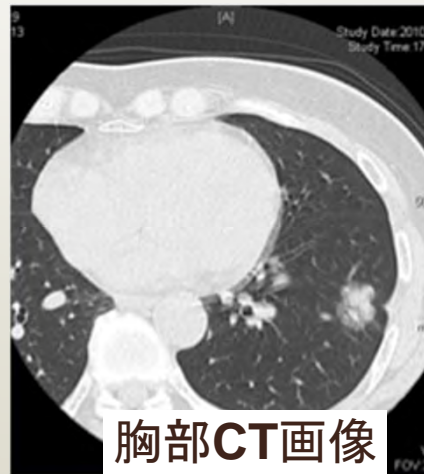


肺レントゲン画像



コンピュータ断層撮影(CT)

(付属病院ホームページより)



胸部CT画像

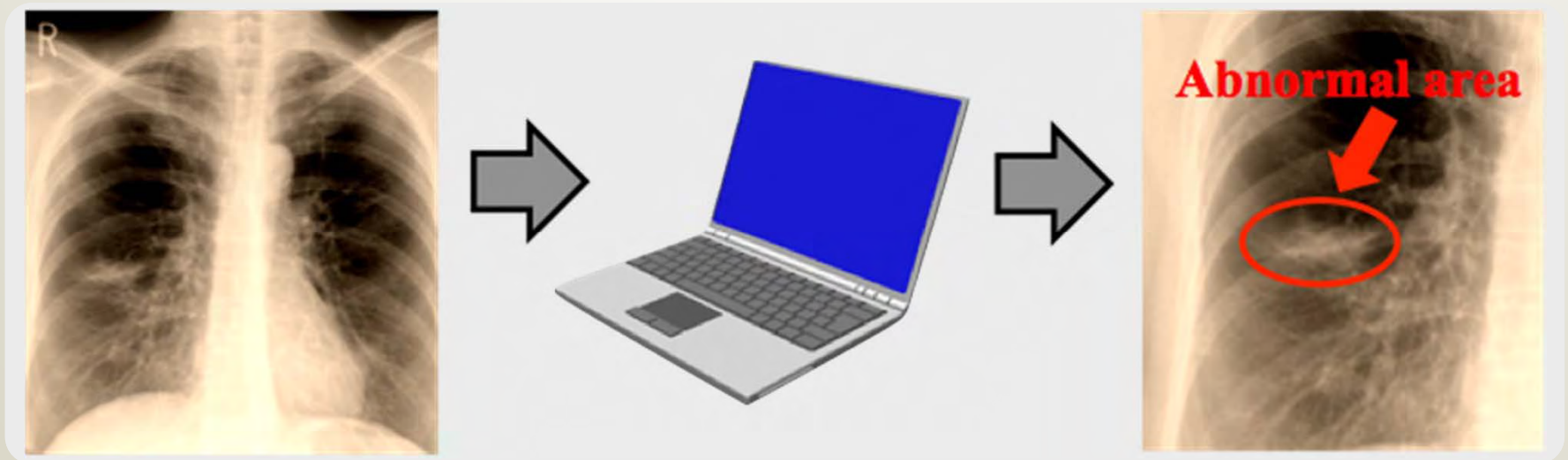
診断
(医師の目視)

目視診断の問題点

- ①枚数が多く医師一人あたりの負担が大きい
- ②医師のスキルによって診断結果がばらつく



複雑さのある画像情報から異常部に関する規則性を正しく見つけ出す能力が求められる



コンピュータによる診断支援が望まれている

ニューラルネットワークによる 肺レントゲン画像からの異常検出システムの適用例

がんに関連した肺結節の検出

→入力データは2次元画像から得た2次元の情報

画像診断システムの性能指標 AUC値:0.96

- 1) G.Coppini, S.Diciotti, M.Falchini, N.Villari and G.Valli: Neural networks for computer-aided diagnosis: detection of lung nodules in chest radiograms IEEE Transactions on Information Technolgh in Biomedicine, Vol.7, No.4, pp344-357, 2003.

16種類の異常症例に対して

→入力データは2次元画像から得た1次元数値列

AUC値:0.95

- 2) T.Sasaki, K.Kinoshita, S.Kishida, Y.Hirata and S.Yamada, "Construction of High-performance Systems with Neural Networks for Detection of Abnormal Arcas from Chest X-ray Images," the 2011 international symposium Inteligent signal processing and communication system(ISPACS), PID 67, 2011

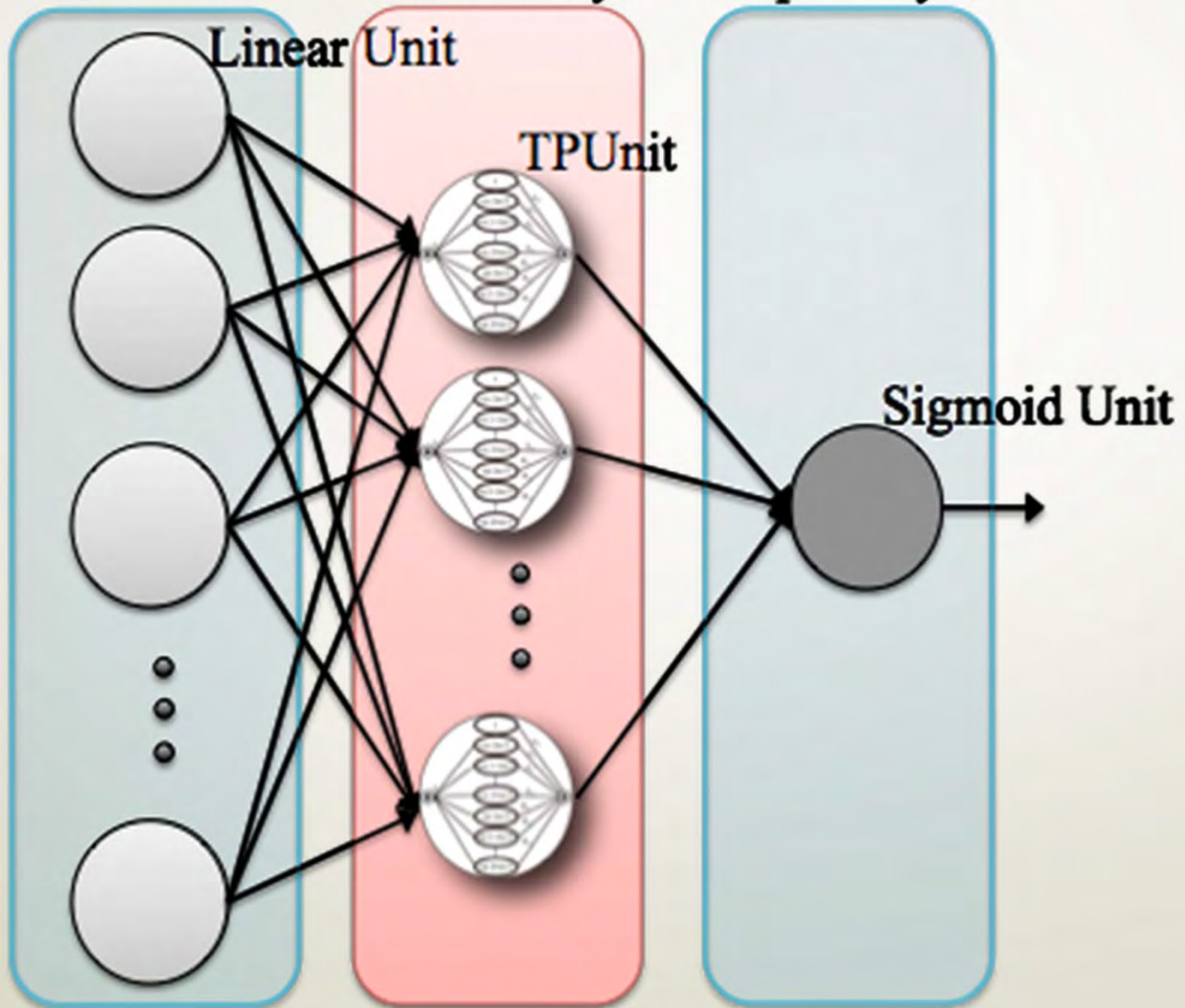
目的

三角多項式ユニット (TPUnit)
ニューラルネットワーク



異常部検出支援システムの構築

Input Layer **Hidden Layer** **Output Layer**



三角多項式ユニット (TPUnit) 模式図

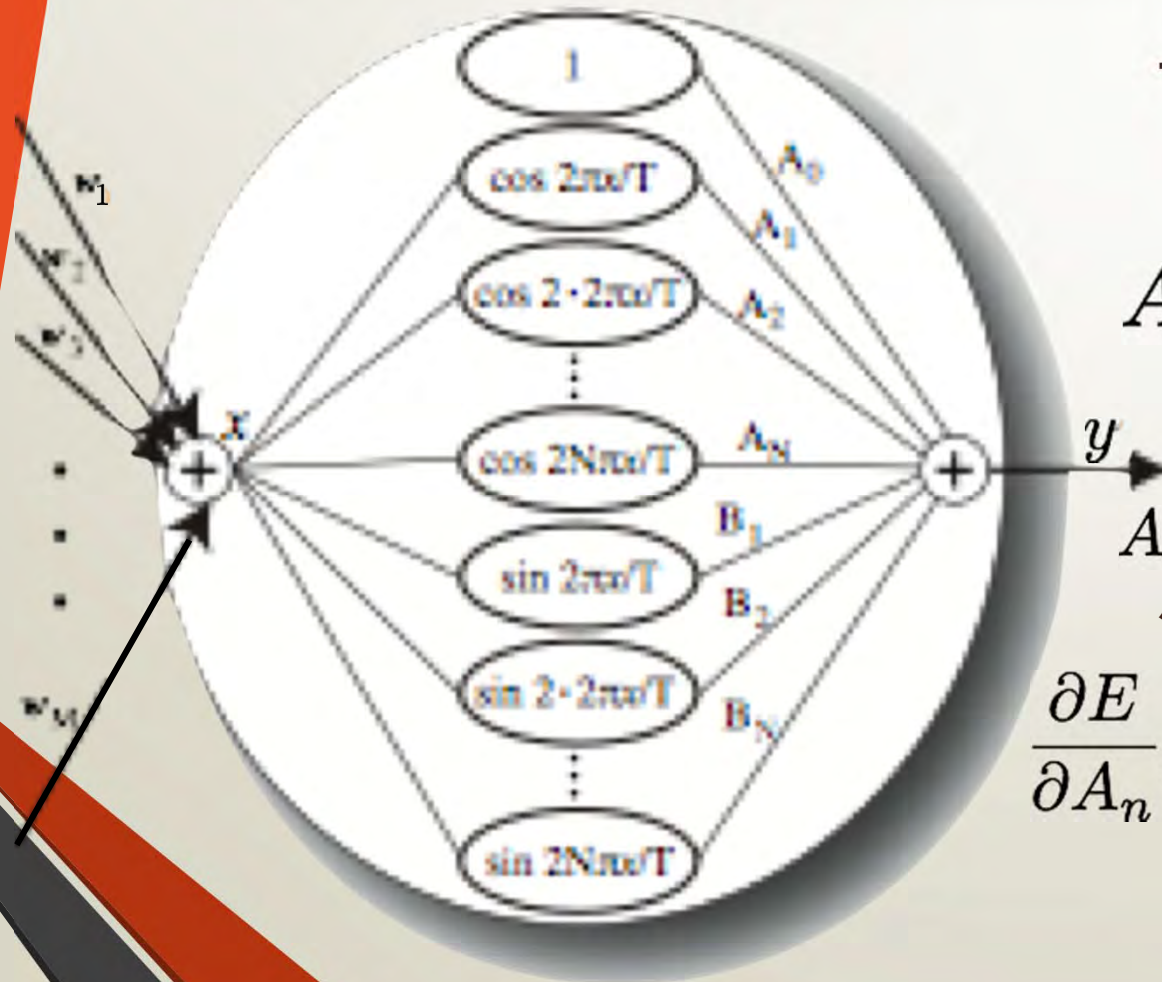
$$y = A_0 + \sum_{n=1}^N \left(A_n \cos \frac{2n\pi}{T} x + B_n \sin \frac{2n\pi}{T} x \right)$$

T : 周期 N : 項数
 これらは一定

A_n, B_n : 調整パラメータ
 学習によって最適化される

A_n, B_n と結合加重は
 バックプロパゲーション法により

$\frac{\partial E}{\partial A_n}, \frac{\partial E}{\partial B_n}$ を用いて逐次的に修正される



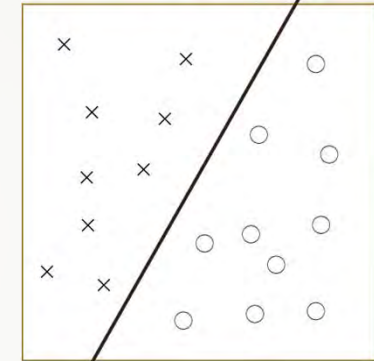
TPUnitの特性

(Trigonometric Polynomial Unit Neural Network)

TPUnitNNとは

一般的な出力関数: シグモイド関数

$$y = \frac{1}{1 + e^{-ax}}$$



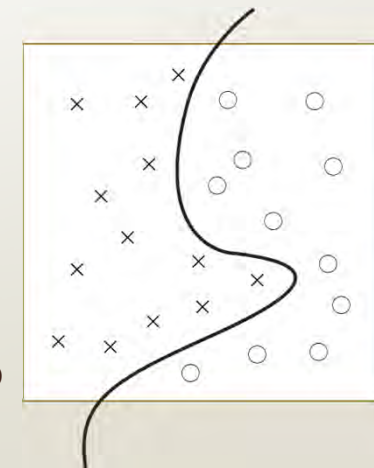
n次元空間を直線的に線形分離

TPUnitの出力関数: 三角多項式

$$y = A_0 + \sum_{n=1}^N \left(A_n \cos \frac{2n\pi}{T} x + B_n \sin \frac{2n\pi}{T} x \right)$$

パラメータを調整することで任意の出力関数をつくることができる
→非線形分離能力を持つ

2次元空間の例



TPUnitNNの性能

H: 収束に必要な最低中間層ユニット数

Ave: 100回試行の平均学習回数

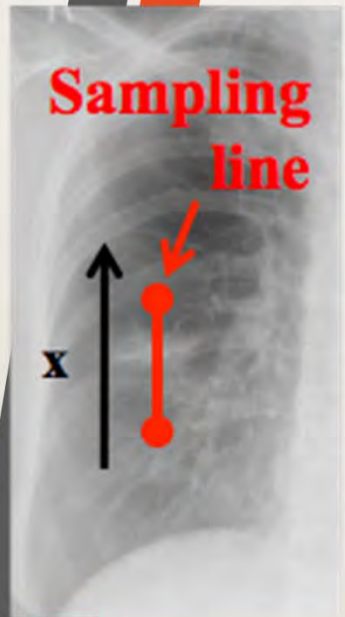
P: 結合加重とパラメータの総数

N: 三角多項式(TPUnitの出力関数)の項数

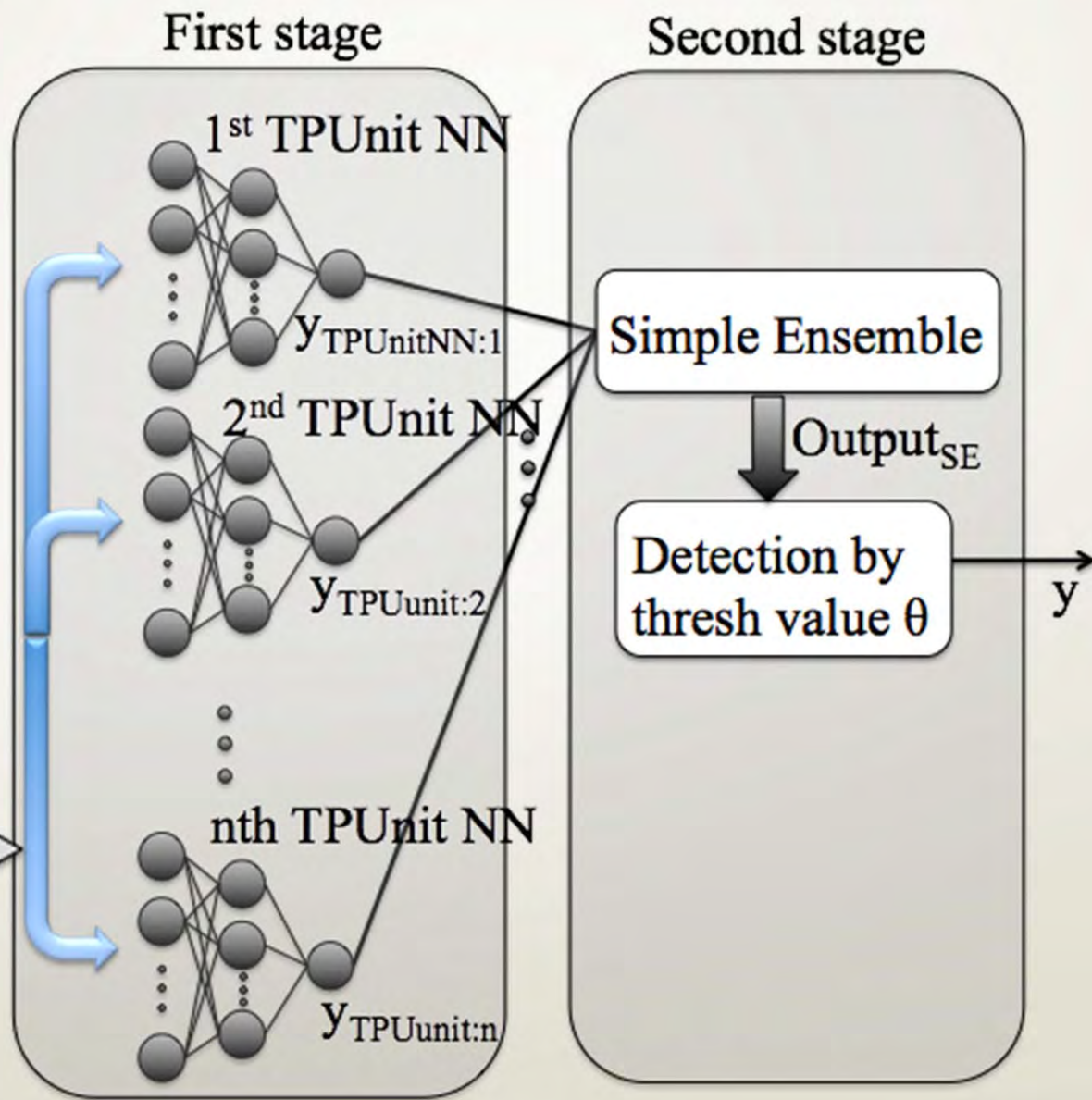
	SigmoidNN			TPUnitNN			
	H	P	Ave	H	P	N	Ave
XOR	2	6	2282	1	9	1	602
円形境界判別	25	101	6555	2	15	1	4325
非円形境界判	37	149	6545	3	29	2	3409
パリティ(6bit)	10	66	8232	2	23	1	1007
関数近似				10	241	10	81
二重らせん				10	281	12	363

TPUnitNNはSigmoidNNに比べ、

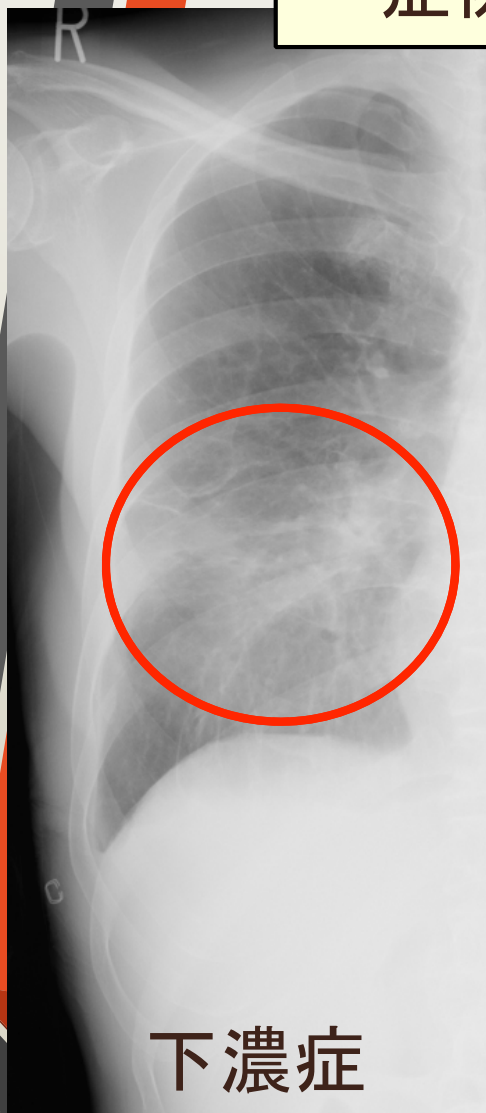
- * 少ない中間層ユニット数で学習可能である
- * 非線形データへの対応力が高い



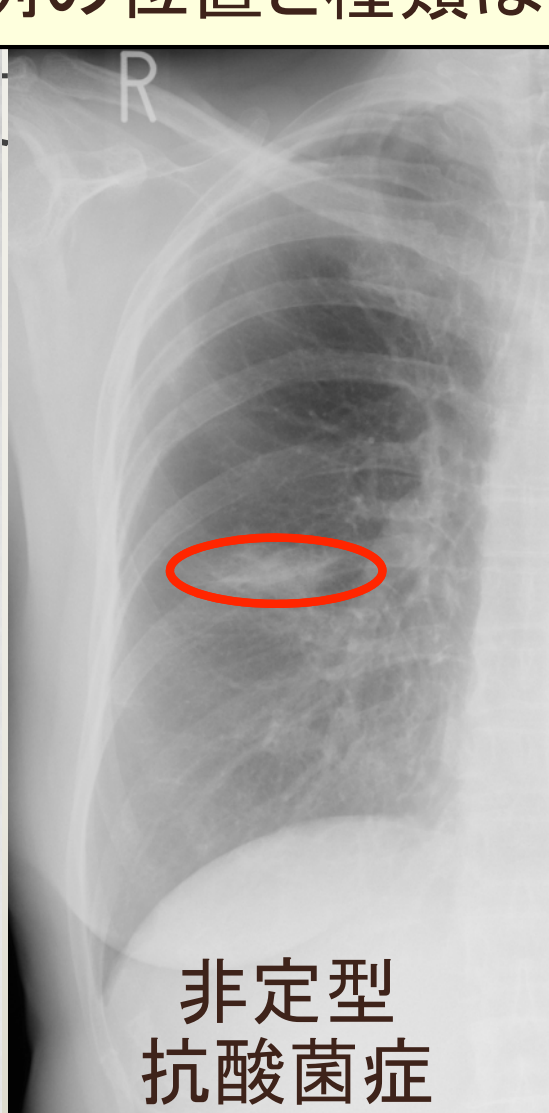
One-dimensional numeric sequences of X-ray image of chest



症例の位置と種類は医師によって確認済み



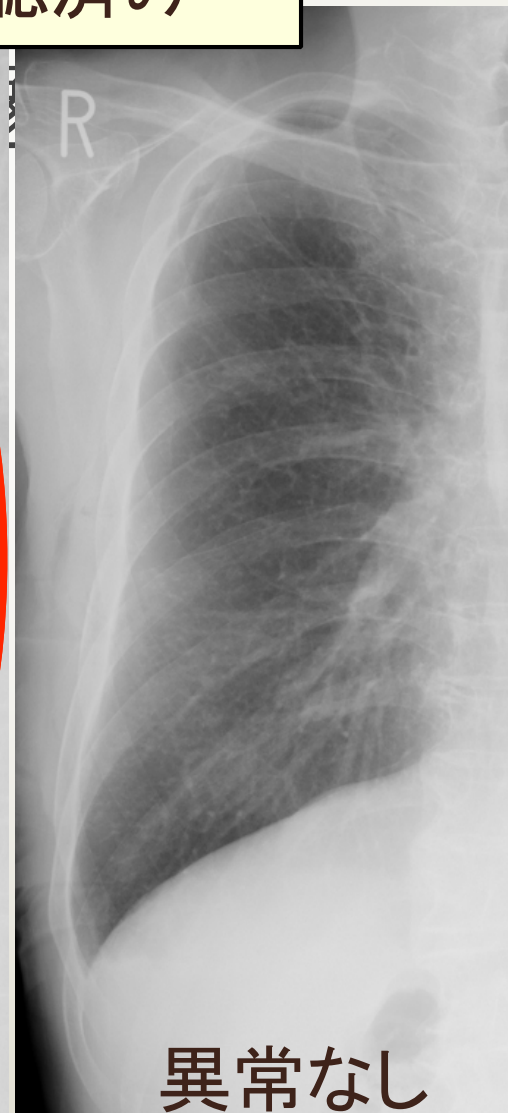
下濃症



非定型
抗酸菌症



肺炎



異常なし

実験条件

- ・画像枚数: **40 (40 persons × 1 image)**
- ・Pixel size: **160 μ m × 160 μ m**
 - ・パラメータの初期値: **-1.0~1.0の乱数**
- ・入力層ユニット数: **入力信号のパターン数による**

単純アンサンブルに使用するTPUnitNNは10

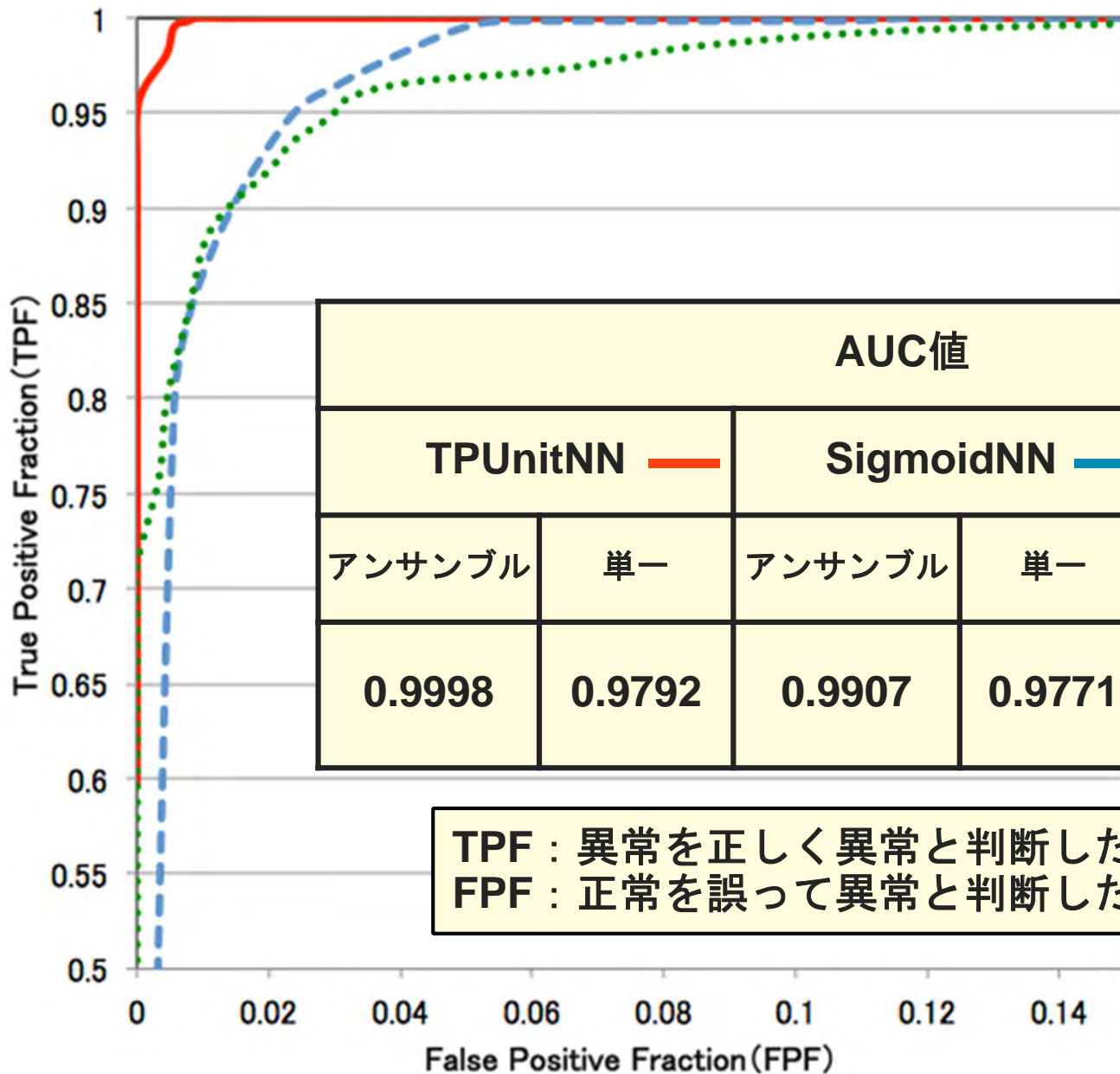
- ・中間層ユニット数: **すべての場合で10**
- ・出力層ユニット数: **1**
- ・項数**N:10** 周期**T:15**
- ・学習フェーズで使用されるデータパターン数: **1520**
(異常パターン: **680** 正常パターン: **840**)
- ・教師信号: **異常入力パターンで0 正常入力パターンで1**
- ・テストフェーズで使用されるデータパターン数も同様
- ・学習の終了条件: **出力の二乗誤差 $E < 0.01$**

異常パターンに含まれた症例の種類: 16

症例

肺がん	<small>はいせん</small> 肺腺がん	<small>はいしゅよう</small> 肺腫瘍	<small>きょうすい</small> 胸水
<small>むきはい</small> 無気肺	<small>ききょう</small> 気胸	転移性 肺がん	結核
肺小細胞がん	<small>はいきしゅ</small> 肺気腫	<small>ひていけいこうさんきんしゅう</small> 非定型抗酸菌症	<small>はいどうみやくけっかんにくしゅ</small> 肺動脈血管肉腫
肺炎	<small>しんまくえきちよりゅう</small> 心膜液貯留	<small>はいのうよう</small> 肺膿瘍	石灰化

ROC曲線 (Sigmoidとの比較)



結論

今回の計算機実験から

* **TPUnitNN**を用いる手法は他の判別器よりも有効

* 単純アンサンブルは非常に有効

* **TPUnitNNと単純アンサンブルを用いたシステムの ACU値は0.9998**



提案手法は医療画像診断支援に役立つものである

ご清聴ありがとうございました。

