

TR-I-0275

ニューラルネット・ワークベンチシステム  
ユーザーズ・マニュアル

Neural Net Workbench System  
User's Manual

福沢圭二、中村雅巳

Keiji FUKUZAWA , Masami NAKAMURA

1992.08

#### 概要

操作性、可視性の優れたニューラルネット開発環境を提供することを目的として、ニューラルネット・ワークベンチシステムが開発された。本報告ではこのワークベンチシステムの機能、操作方法について述べる。

© ATR 自動翻訳電話研究所

© ATR Interpreting Telephony Research Labs.

## ソフトウェアの概要

名 称 :	ニューラルネット・ワークベンチ
用 途 :	ニューラルネットの研究
機 能 :	<ul style="list-style-type: none"><li>・ニューラルネットの設計、構築</li><li>・学習状況のモニタ</li><li>・学習後のネットワークの解析</li><li>・テストラン</li><li>・X11 グラフィクターミナル上でのネットワーク構造の表示</li></ul>
使用言語:	C, DEC-window, DEC-wiget
使用環境:	OS: UNIX 主記憶: 2MB以上 ディスク容量: 2MB 利用可能機種: DEC station , HP Apollo その他の制限: X-window
ソフトウェアの規模:	ソースコード:約13,000行
提供の形態:	CMT
文書:	日本語マニュアル, 参考文献:テクニカルレポート TR-I-0192,"ニューラルネット・ワークベンチシステム"
備考:	
担当者:	福沢 圭二

## 目次

1	はじめに	1
2	機能概要	1
3	起動前の設定	3
4	起動と終了	3
4.1	起動の方法	3
4.2	終了の方法	3
5	エディタ機能	4
5.1	Property の設定	4
5.1.1	Network 名の指定	4
5.1.2	Path の指定	4
5.1.3	Exe_path の指定	4
5.1.4	RShell の指定	5
5.1.5	Link Mode の指定	5
5.1.6	設定の適用	5
5.1.7	設定の中止	5
5.1.8	リセット	5
5.2	Block の作成と変更	6
5.2.1	Block の作成	6
5.2.2	Block の追加	7
5.2.3	Block の変更	8
5.2.4	Block および Unit の消去	8
5.2.5	Block のアイコン化	8
5.2.6	表示する Block 数の指定	9
5.3	Link エディット	10
5.3.1	Link をはる	10
5.3.2	Link の切り方	10
5.3.3	Link Weight 値の変更	10
5.3.4	Free/Fix Link	11
5.3.5	Same Link	11
5.3.6	Link の消去とコピー	12
5.3.7	TDNN (Time Delay Neural Network)	13
5.4	Network Insert	17
5.5	ファイル	17
5.5.1	ファイルのセーブ	17
5.5.2	選択したブロックのみのセーブ	17
5.5.3	ホストマシンへのファイル転送	18
5.5.4	ホストマシンからの Weight File のコピー	18
6	モニター機能	19
6.1	モード切替え	19
6.2	Property の設定	19
6.3	学習プログラムの起動前の準備	20
6.4	学習プログラムの起動	20
6.5	学習プログラムの停止	20
6.6	ユニットのダイナミック表示	21
6.7	ユニットのスタティック表示	21
6.8	Weight のダイナミック表示	22

<b>7</b>	<b>解析機能</b>	<b>23</b>
7.1	解析に用いるサンプルファイルの指定	23
7.2	モード切替え	23
7.3	Weight ファイルのロード	23
7.4	コントロールパネルの設定	24
7.5	Start	25
7.6	Unit 表示と波形表示の切替え	25
7.7	頻度分布	26
7.8	Link Weight のマトリックス表示	27
7.9	Block の位置関係表示	27
7.10	Unit のマスキング	27
<b>8</b>	<b>Setup</b>	<b>28</b>
8.1	Color	28
8.2	Link Weight	29
8.3	Sample File	29
8.4	Interval(Monitor)	29
8.5	Interval(Autoplay)	29
8.6	Info Block	29
8.7	Info Unit	30
8.8	設定終了	30
<b>9</b>	<b>デフォルト値の設定</b>	<b>31</b>
<b>10</b>	<b>むすび</b>	<b>32</b>

## 図目次

1	システム構成	2
2	ワークベンチシステムの処理	2
3	起動時の表示	3
4	終了の方法	3
5	Property サブメニュー	4
6	Block 属性パネル	7
7	Block の追加	7
8	消去	8
9	アイコン化	8
10	表示 Block 数の設定	9
11	Block 間の Link	10
12	Link Weight 操作パネル	11
13	Same Link	12
14	TDNN 操作パネル	13
15	TDNN タイプ1	13
16	TDNN タイプ2	13
17	TDNN タイプ1 入力例	14
18	入力例による Connection	14
19	TDNN タイプ2 入力例1	15
20	入力例1 による Connection	15
21	TDNN タイプ2 入力例2	16
22	入力例2 による Connection	16
23	サブメニュー	17
24	モード切替え	19
25	Property	19
26	ユニットのモニター表示	21
27	Weight のモニター表示	22
28	サンプルファイルの指定	23
29	コントロールパネル	24
30	Unit の出力表示	25
31	波形表示	25
32	頻度分布表示	26
33	Link Weight のマトリックス表示	27
34	Setup 画面	28

## 1 はじめに

ニューラルネットワークモデルを用いた研究が近年さかんに行なわれるようになり、対象とするタスクも高度化してきている。種々の問題に対して最適なニューラルネットを構築するためには操作性、可視性の優れた開発環境が必要であり、多層フィードフォワード型ニューラルネットを対象としたワークベンチシステムが開発された [1],[2]。今回はこのワークベンチシステムに新たに追加された機能を含めて、操作方法の説明を行なう。

## 2 機能概要

本ワークベンチシステムはネットワーク構築機能（エディタ機能）、学習モニタ機能、解析機能の3つの機能からなる。

### 1. エディタ機能

グラフィック画面によりネットワークの構築を行ないネットワークファイルを作成する。

### 2. 学習モニタ機能

本ワークベンチからホスト計算機の学習ソフト（ATRで作成したバックプロパゲーションプログラム DCP[3]）に起動をかけ、逐次送られてくるモニタ用ファイルによりグラフィックイメージ上に Unit 出力値、LinkWeight 値を表示する。これにより学習状況をモニタリングすることが出来る。

### 3. 解析機能

サンプルデータを与えた時の各 Unit の発火パターンがグラフィック表示される。これにより、学習後の Weight の値を用いて、サンプルデータを与えた時のネットワークの各 Unit の発火パターンを解析することが出来る。

この様に、本ワークベンチシステムを用いて、ネットワークの構築、学習、解析といった一連の操作が可能である。また本ワークベンチシステムの特徴として以下の点があげられる。

- ニューラルネットの構成をグラフィック画面で表示し、その上でネットワークの構築、学習状況のモニタ、解析を行なう。
- ワークベンチシステムはワークステーション上に構築され、イーサネットにより、ホスト計算機上の学習システムとの情報のやりとりを行なうことで、両システムの負荷を軽くすることが出来る。
- メニュー形式でマウスを用いた機能指定方式にし、キーボード入力を極力少なくしている。
- 本ワークベンチシステムでの表示は X 11 グラフィックターミナル上で実現している。

ワークベンチシステムの構成を図 1 に、またワークベンチシステムの処理を図 2 に示す。

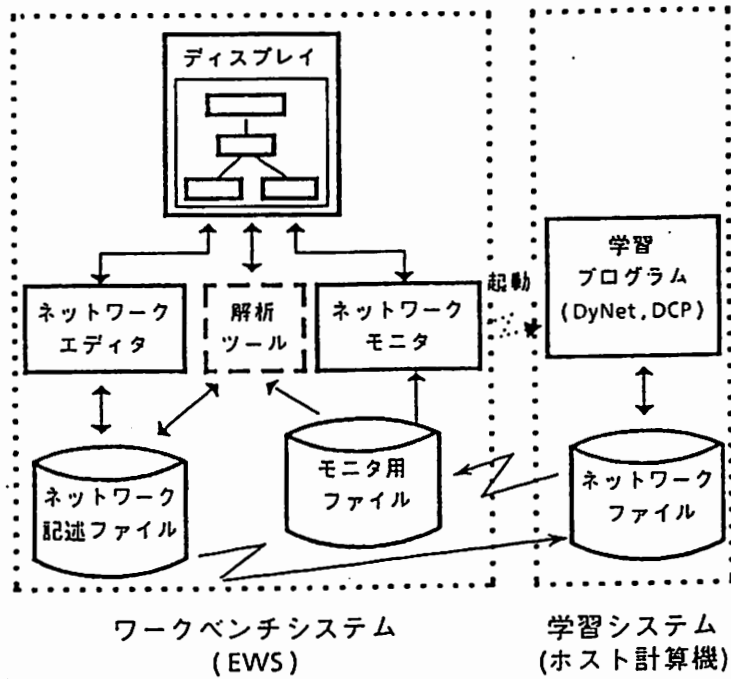


図 1: システム構成

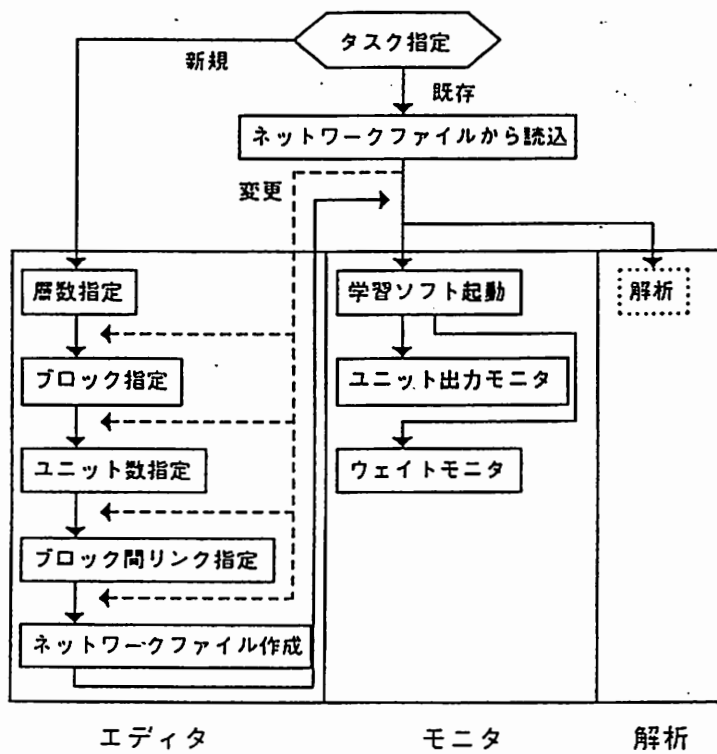


図 2: ワークベンチシステムの処理

### 3 起動前の設定

### 3 起動前の設定

ワークベンチシステムをワークステーションの画面に表示するために以下の設定が必要である。

```
% setenv DISPLAY ワークステーション名:0
```

```
例) % setenv DISPLAY atrq03:0
```

DEC station 5000 で動作させるためには、以下の設定も必要である。

```
% xset +fp /usr/lib/X11/fonts/decwin/75dpi
```

### 4 起動と終了

#### 4.1 起動の方法

% nnwb とタイプすれば図 3に示す表示が画面上に現れる。(図は見やすくするため色を反転して表示)

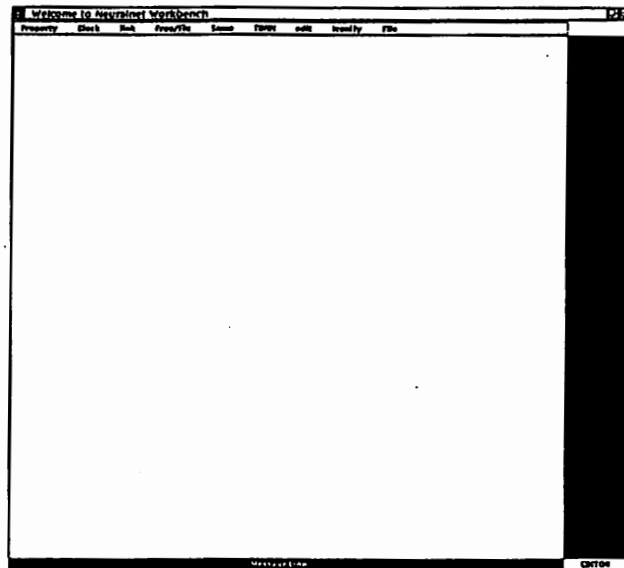


図 3: 起動時の表示

#### 4.2 終了の方法

マウスのカーソルを File の位置に移動しクリックする。マウスボタンを押したまま Quit の位置にカーソルを移動してボタンを離すことにより終了する。(図 4)

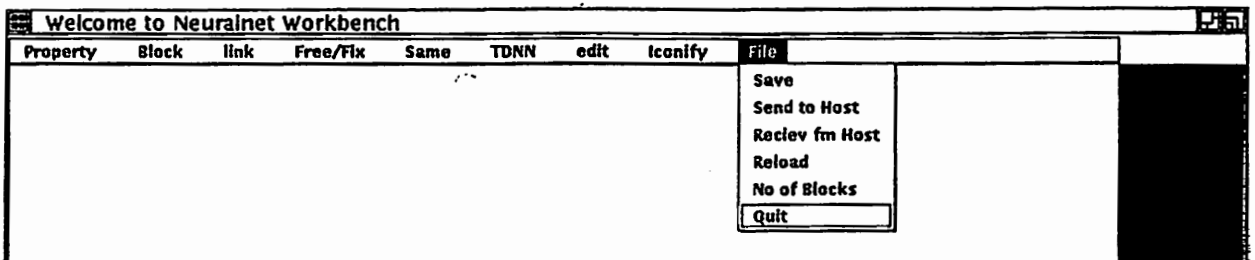


図 4: 終了の方法

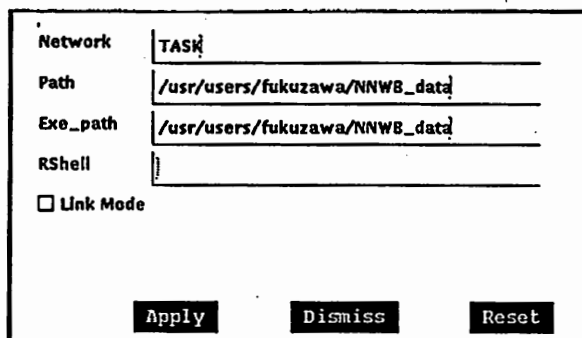


## 5 エディタ機能

## 5.1 Property の設定

ワークベンチシステムを起動した後、ネットワーク名、データ Path 名、学習プログラムのあるリモートディスク名、学習プログラムを起動させるコマンドスクリプト名等の設定を行なう。

property をクリックし property と表示された所にポインタを移動してマウスのボタンを離すと、図 5 に示すサブメニューが表示される。



Network	TASK
Path	/usr/users/fukuzawa/NNWB_data
Exe_path	/usr/users/fukuzawa/NNWB_data
RShell	
<input type="checkbox"/> Link Mode	
Apply Dismiss Reset	

図 5: Property サブメニュー

## 5.1.1 Network 名の指定

ネットワーク名を指定する。ファイルのセーブを行なった時、ここで指定したネットワーク名 (Networkname) で Path で指定したディレクトリの下に、以下の 3 つのファイルが作られる。

(Networkname).net : 構築したネットワークファイル

(Networkname).dat : ワークベンチシステムの表示に必要なデータファイル

(Networkname).weight : 構築したネットワークの weight パラメータファイル

例) ネットワーク名として TEST としたときは、TEST.net, TEST.dat, TEST.weight が作られる。

## 5.1.2 Path の指定

ここで指定したディレクトリの下に上記の 3 つのファイルが格納される。

## 5.1.3 Exe\_path の指定

ここで指定したマシンのディレクトリにネットワークファイル、パラメータファイル、学習用サンプルファイルを置き、ニューラルネットの学習プログラムを起動させる。File - Send to Host を行なった場合 (Networkname).net, (Networkname).weight の 2 つのファイルがこのディレクトリの下に転送される。

[ “5.5.3 ホストマシンへのファイル転送” で説明]

#### 5.1.4 RShell の指定

Exe\_path で指定したディレクトリの下に、学習プログラムを起動するシェルスクリプトファイルを置く。このシェルスクリプトのファイル名をここで指定する。

#### 5.1.5 Link Mode の指定

Link Mode と書かれた手前の四角をクリックすることにより TDNN, Same, Fix/Free といった Link のモードを表示する。表示を消去する場合はもう一度クリックする。

#### 5.1.6 設定の適用

Apply をクリックすると上記の設定を適用する。

Path の下に指定した Network が既に存在する場合はその Network を読み込む。既存の Network を読み込んだ場合は、Exe\_path, Rshell は書き直される。

既に他の Network をオープンしている場合は Caution Box により注意を促す。

#### 5.1.7 設定の中止

Dismiss をクリックするとサブメニューが消えて、Property の設定を中止する。

#### 5.1.8 リセット

Reset をクリックするとデフォルト設定に戻る。

[デフォルト値を指定する方法は “9 デフォルト値の設定” に示す。]

## 5.2 Blockの作成と変更

### 5.2.1 Blockの作成

以下の手順に従い Block を作成する。

1. Block をクリックし、ボタンを押したままポインタを下の Block と表示された位置に移動しボタンを離す。
2. ポインタを Block を作成したい Layer に入れてクリックする。
3. Block 属性パネルがポップアップする。
4. Block 名を入力する。(省略時はランダム番号を持ったデフォルト名)
5. Unit 数を入力する。

横の個数 (X) \* 縦の個数 (Y) - 欠ける個数 (Z)

のフォーマットで指定する。但し (X) は入力必須、(Y) のデフォルト値は 1、(Z) のデフォルト値は 0 となっている。

例) 6 個の Unit を作成する場合

6 or 3X2 or 2X3 or 2 3

( X , - は省略可能)

#### 6. その他の設定

##### (a) Unit Display MAX の設定

モニタモード、解析モードでの Unit 出力表示の最大値を設定。

##### (b) Wave Display の設定

解析モードでの Unit 出力波形表示の最小値と最大値を設定する。

##### (c) Sigmoid の設定

解析モードでフォワード計算するときの Sigmoid の設定

: Sigmoid 関数を入れない。(線形出力)

: Sigmoid 関数を入れる。(非線形出力)

0- > 1 : Unit 出力が 0 ~ 1

+ - 0.5 : Unit 出力が -0.5 ~ +0.5

#### 7. 設定の適用

設定を適用するときは Aplay をクリックする。

取り消す時は Dismiss をクリックする。初期設定に戻す場合は Reset をクリックする。

\* Block の作成を行なうと最下位層に表示されている 0 ユニットと Block の間にリンク結合が表示される。この結合は Block 内の各ユニットの閾値を与えるものである。

Block Name	in	
Unit	3x4-d	
Unit Display MAX	1.00000d	
Wave Display	-1.00000d <-> 1.00000d MIN MAX	
<input type="checkbox"/> Sigmoid	0 → 1	
Apply	Dismiss	Reset

図 6: Block 属性パネル

### 5.2.2 Block の追加

新規の Network の場合、Layer の初期値は 2 となっており入力層と出力層が表示されている。入力層および出力層に最低 1 つの Block を作成した後、中間層の作成を行なう。

図 7に示すように Block 作成の際、(B) の範囲にポインタを移動してクリックした場合 2 つの層の間に新たな中間層が作られる。(A) の範囲にポインタを移動してクリックした場合は上の層に Block が追加される。(C) の範囲にポインタを移動してクリックした場合は下の層に Block が追加される。

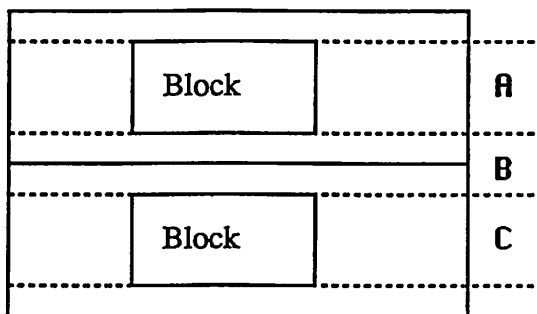


図 7: Block の追加

### 5.2.3 Blockの変更

Blockの変更を行なう場合は、始めにBlockをクリックし下のBlockと表示された位置でボタンを離す。次に変更したいBlockにポインタを移動してクリックするとBlock属性パネルが表示されるので、変更する設定を入力して最後にApplyをクリックする。

### 5.2.4 BlockおよびUnitの消去

ポインタをBlock内のUnitの上に移動して、クリックするとそのユニットが指定されて色が変わる。その状態でもう一度クリックするとそのユニットを含むBlock全体が指定される。また、右端のマウスボタンをクリックすると、複数のUnitまたはBlockが指定される。

指定された状態でedit - Remove (図8)を行なうと指定したUnitまたはBlockが消去する。Block消去時に、そのLayerに属するBlockが無くなるとそのLayerが消去する。但し入力層と出力層は消去しない。

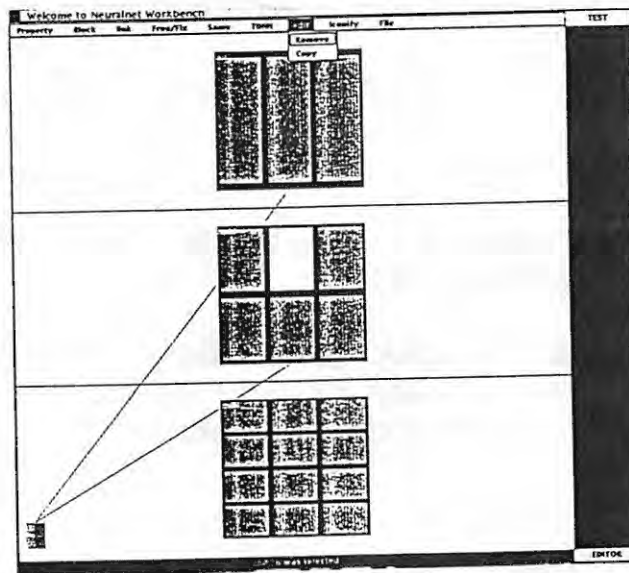


図 8: 消去

### 5.2.5 Blockのアイコン化

不要なBlock表示をアイコン化する。Iconifyをクリックし次にアイコン化したいBlockをクリックするとアイコン化される(図9)。再度Blockを表示させたいときはアイコンをクリックする。

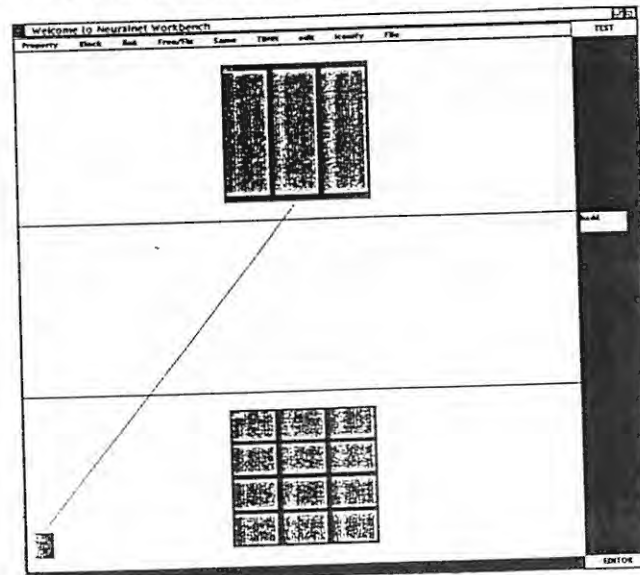


図 9: アイコン化

### 5.2.6 表示する Block 数の指定

各 Layer 中に表示できる Block の数を指定する。File と表示されたところをクリックし、No of Blocks と表示されたところにポインタを移動してボタンを離すと操作パネルがポップアップする (図 10)。ポインタで Block 数を示す四角い枠を移動してその Layer で表示される Block の最大数を設定する。最大値を越えた Block はアイコン化される。デフォルトは 3 に設定されている。

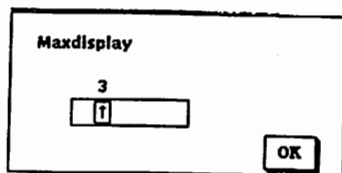


図 10: 表示 Block 数の設定

### 5.3 Link エディット

#### 5.3.1 Link をはる

異なる Layer に存在する Block 間に Link をはる。始めに link をクリックし、ボタンを押したままポインタを下の link と表示された位置に移動しボタンを離す。link をはりたい一方の Block をクリックし、次にもう一方の Block をクリックすると2つの Block 間に link がはられる (図 11)。この場合2つの Block に属するユニット間の結合は Full Connection となり、Weight 値として Random 値が設定される。

Block の組を次々指定することで Link を連続的にはることが出来る。ブロックの領域以外の場所をクリックすると Link をはる操作が終了する。

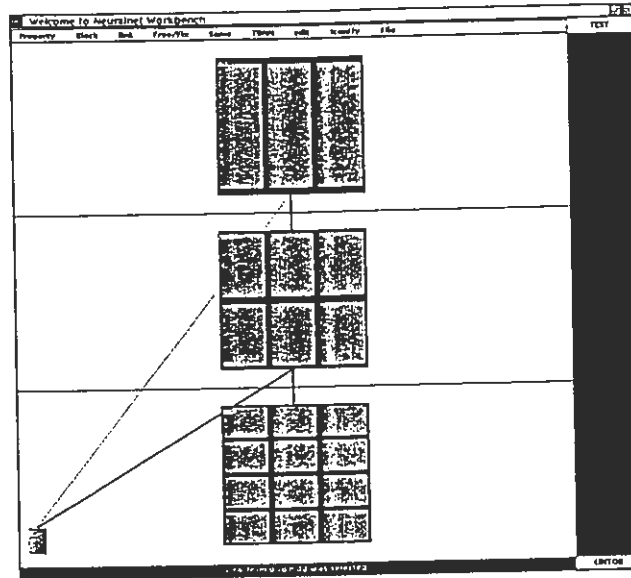


図 11: Block 間の Link

#### 5.3.2 Link の切り方

始めに link をクリックし、ボタンを押したままポインタを下の link と表示された位置に移動しボタンを離す。link を切りたい一方の Block をクリックし、次にもう一方の Block をクリックすると2つの Block 間の link が切られる。

#### 5.3.3 Link Weight 値の変更

2つの Block 間の Link Weight の値を全て0にする、他の Random Seed によって Weight 値を与える、今までの Link Weight の値を  $1/K$  にするといった変更が可能である。

1. link をクリックし、ボタンを押したままポインタを下の link と表示された位置に移動しボタンを離す。
2. Weight 値を変更したい Link の近傍をクリックする。
3. 操作パネルがポップアップする。(図 12)
4. 変更する項目を一つ指定する。( all-0 or random or  $1/K$  )
5. Random を指定した場合、四角い枠で囲まれた Random 番号をクリックすると他の Random Seed が表示されるのでその中から1選ぶ。
6.  $1/K$  を指定した場合、マウスボタンを押しながら矢印の書かれた四角い枠を移動して K の値を選択する。
7. Apply をクリックすることにより Weight 値が変更される。Dismiss をクリックすると中止される。

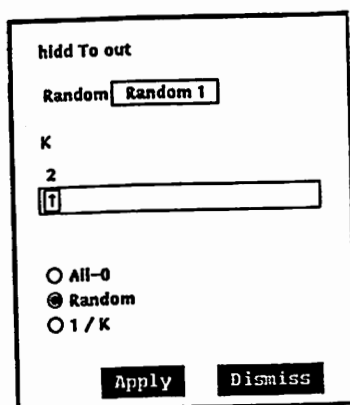


図 12: Link Weight 操作パネル

### 5.3.4 Free/Fix Link

通常 Link を張った場合、Free Link となっていてネットワークの学習を行なうと Link Weight の値が変化する。一部の Link を Fix Link とすることにより学習時にその Weight 値だけは変化させないことが出来る。

1. Free/Fix と表示された場所をクリックし、下に表示された Free/Fix の位置でボタンを離す。
2. 異なる Layer に存在する 2 つの Block を順次クリックする。
3. Block 間に Link が存在していなかった場合は新たに Fix Link として Link がはられる。  
Free Link がはられていた場合は Fix Link に変化する。(Fix Link は点線で表示)  
Fix Link がはられていた場合は Free Link に変化する。(Free Link は実線で表示)
4. Free/Fix の設定は連続して行なえる。Block 以外の領域をクリックすると Free/Fix の設定モードから抜け出る。
5. Link を切る方法は“5.3.2 Link の切り方”による。

### 5.3.5 Same Link

指定した 2 組の Link Weight の値を同じにする。ネットワークの学習時も 2 組の Link Weight の値は等しく変化する。

1. Same と表示された場所をクリックし、下に表示された Same の位置でボタンを離す。
2. 異なる Layer に存在する 2 つの Block を順次クリックする。
3. 次に別の Block の組を選び順次クリックする。ここで選ぶ Block の組は先に選んだ Block の組と同じ Link の形を持つものでなければならない。
4. 既に Link がはられている場合は既存の Link の近傍をクリックすることにより Link を指定する事も可能である。
5. 3 本以上の Link を Same Link とするためには、始めに 1 組の Same Link を作成し次にそのいずれかの Link と 3 本目の Link を Same とする。
6. Same Link の設定は連続して行なえる。Block 以外の領域をクリックすると Same Link の設定モードから抜け出る。
7. Link を切る方法は“5.3.2 Link の切り方”による。



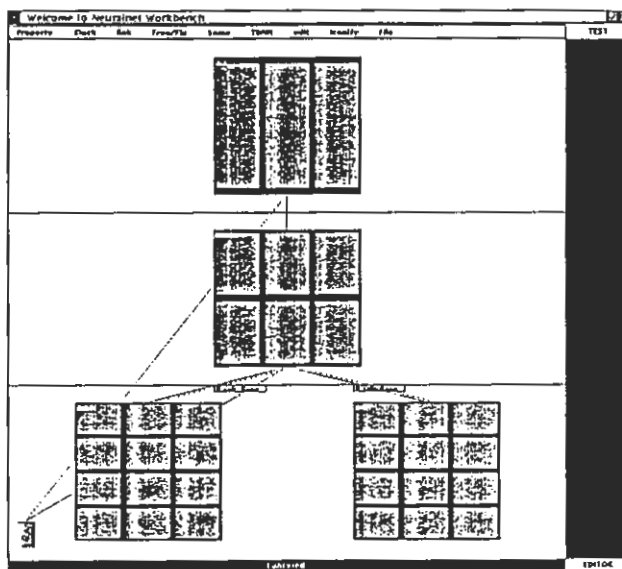


図 13: Same Link

### 5.3.6 Link の消去とコピー

以下の方法によっても Link の消去が行なえる。

1. 消去する Link の近傍をクリックして指定する。
2. edit と表示された場所をクリックし Remove と表示された場所でマウスボタンを離す。

Link Weight のコピー。Link Weight のコピーを行ない、2つの Link の値を等しくする。

1. Copy 元の Link の近傍をクリックして指定する。
2. edit と表示された場所をクリックし Copy と表示された場所でマウスボタンを離す。
3. Copy 先のブロックの組を順次クリックしてゆく。

## 5.3.7 TDNN (Time Delay Neural Network)

Link を TDNN[4] 指定する。

1. TDNN を結びたい2つのブロックを順次クリックする。
2. 操作パネルがポップアップする。

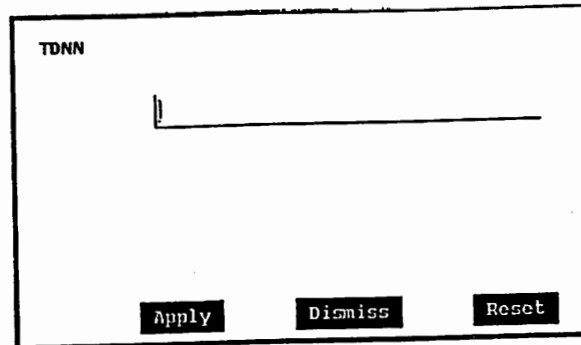


図 14: TDNN 操作パネル

TDNN Link には図 15に示すタイプ (タイプ1) と図 16に示すタイプ (タイプ2) の2つのタイプがあり各々の場合の入力指定を以下に示す。

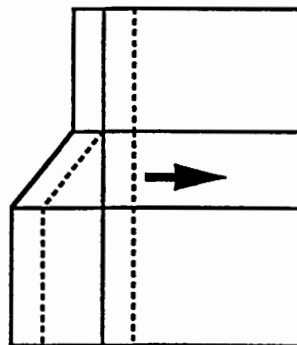


図 15: TDNN タイプ1

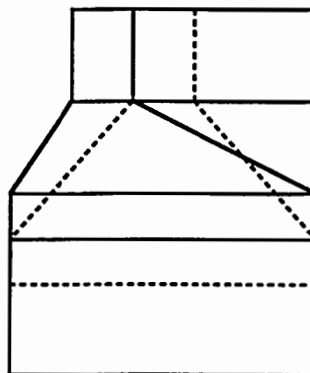


図 16: TDNN タイプ2

## (a) タイプ1

- i. 1 番目の数字は Tied Connection のタイプを指定する。  
タイプ1 = 1
  - ii. 2 番目の数字は Sub Connection を作る下位 Layer の列の数を指定する。
  - iii. 3 番目の数字は Sub Connection を作る上位 Layer の列の数を指定する。
  - iv. 4 番目の数字は下位 Layer における Sub Connection を作る列のシフト数を指定する。
  - v. 5 番目の数字は上位 Layer における Sub Connection を作る列のシフト数を指定する。
- 例) 図 17 に示すような入力を行なった場合、図 18 に示すような Connection が形成される。

図 17: TDNN タイプ1入力例

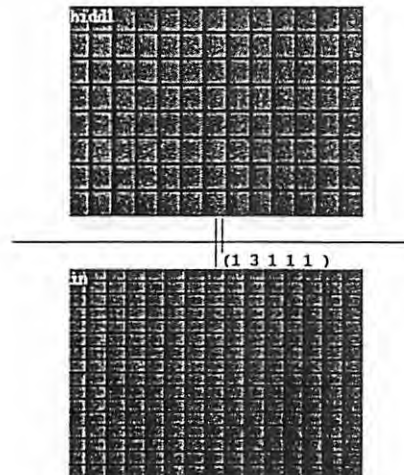


図 18: 入力例による Connection

## (b) タイプ2

- i. 1番目の数字は Tied Connection のタイプを指定する。  
タイプ2 = 2
- ii. 2番目の数字は上位 Layer のブロック中の開始ユニットを指定する。
- iii. 3番目の数字は下位 Layer のブロック中の1行目に対応する上位のユニットの個数を指定する。
- iv. 4番目の数字は下位 Layer のブロック中の2行目に対応する上位のユニットの個数を指定する。
- v. 5番目の数字は下位 Layer のブロック中の3行目に対応する上位のユニットの個数を指定する。
- vi. 以下同様に下位 Layer のブロック中に存在する N 行目までに対応する上位のユニットの個数を順次指定する。

例1) 図19に示すような入力を行なった場合、図20に示すような Connection が形成される。

図 19: TDNN タイプ2入力例1

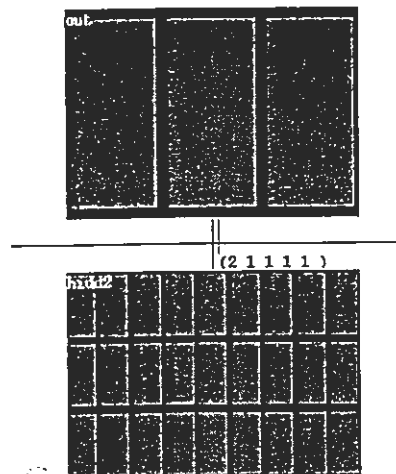


図 20: 入力例1による Connection

例2) 図21に示すような入力を行なった場合、図22に示すような Connection が形成される。

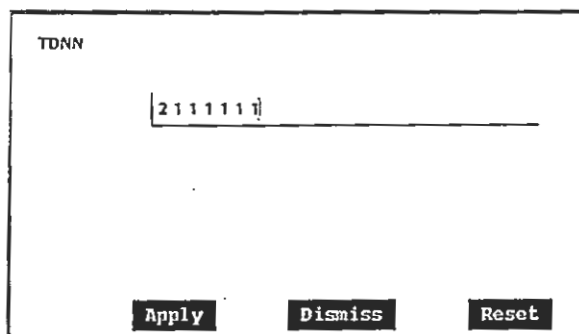


図 21: TDNN タイプ2入力例2

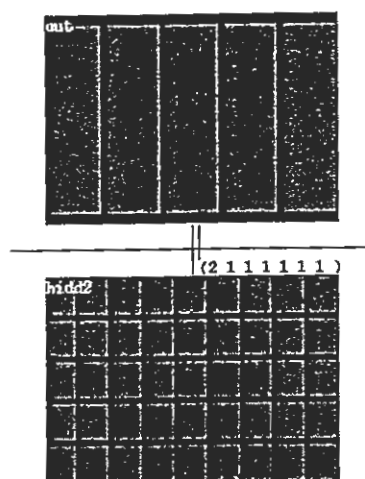


図 22: 入力例2による Connection

3. TDNN Link を消去する場合は“5.3.2 Link の切り方”による。

## 5.4 Network Insert

現在編集している Network に既存の他の Network を Insert する。

1. Property をクリックしポインターを Insert の位置に移動しボタンを離す。
2. マージさせたい Network の最下位層を位置させる Layer をクリックする。
3. “5.1Property の設定”と同様の操作パネルが表示される。
4. マージさせる Network を“5.1Property の設定”と同様の方法で指定する。
5. Apply をクリックすると指定した Network がマージされる。

## 5.5 ファイル

### 5.5.1 ファイルのセーブ

File と表示されたところをクリックして、Save と表示された場所にポインターを移動してマウスボタンを離すと Property で設定した内容でサブメニューが表示される (図 23)。設定内容の変更は“5.1Property の設定”に示すのと同様の方法で行なう。Apply をクリックすると

(Networkname).dat,  
(Networkname).net,  
(Networkname).weight

の3つのファイルが指定した Path にセーブされる。

Network	bdg
Path	/usr/users/fukuzawa/NNWB_data/
Exe_path	q03:~/bdg/
RShell	bdg.run
<input checked="" type="checkbox"/> Link Mode	

図 23: サブメニュー

### 5.5.2 選択したブロックのみのセーブ

複数のブロックを選択しセーブ操作を行なうと選択したネットワーク部分のみが

(Networkname)\_sel.dat,  
(Networkname)\_sel.net,  
(Networkname)\_sel.weight

という3つのファイルが指定した Path にセーブされる。“sel”は自動的に付加される。複数のブロックを指定する時は1つ目のブロック指定しておき、別のブロックにポインターを移動して右側のマウスボタンをクリックすることにより行なえる。

### 5.5.3 ホストマシンへのファイル転送

File と表示されたところをクリックして、Send to Host と表示された場所にポインターを移動してマウスボタンを離すと、指定した Path にセーブされた (Networkname).net, (Networkname).weight の2つのファイルがホストマシンの Exe\_Path に各々 (Networkname).net, weight というファイル名でリモートコピーされる。

### 5.5.4 ホストマシンからの Weight File のコピー

ホストマシンで dcp の学習プログラムを用いてニューラルネットの学習を行なうと Exe\_path の下に weight0 という学習後の Weight File が作られる。File と表示されたところをクリックして、Receive fm Host と表示された場所にポインターを移動してマウスボタンを離すとホストマシンの Exe\_path の下の weight0 を Path の下に (Networkname).weight というファイル名でリモートコピーする。

## 6 モニター機能

### 6.1 モード切替え

エディットモードからモニターモードへ切替えるには Property をクリックしマウスボタンを押したままポインタを MODE と表示された所へ移動し、その位置からポインタを右側へ移動すると EDITOR, MONITOR, ANALYZER という 3つのモードが表示される (図 24)。MONITOR と表示された所へポインタを移動してボタンを離すとモニターモードに切り替わる。

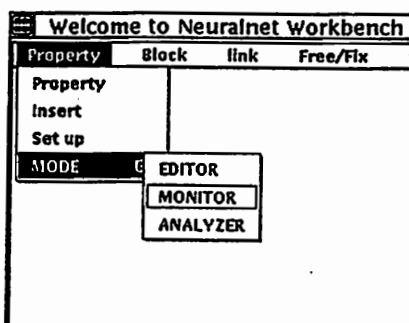


図 24: モード切替え

### 6.2 Property の設定

“5.1Property の設定”と同様に Property の設定が行なえる。但しユニットおよび Weight の学習状況をダイナミックに表示しているときは指定出来ない。

The screenshot shows a dialog box for configuring properties. It has four text input fields and a checkbox. The fields are labeled "Network", "Path", "Exe\_path", and "RShell". The values entered in these fields are "bdg", "/usr/users/fukuzawa/NNWB\_data/", "q03:-/bdg/", and "bdg.run" respectively. Below the fields is a checkbox labeled "Link Mode" which is checked. At the bottom of the dialog box are three buttons: "Apply", "Dismiss", and "Reset".

図 25: Property



### 6.3 学習プログラムの起動前の準備

“5.1Property の設定 ” で設定した Rshell (プログラムまたはシェルスクリプト) を起動させ、ニューラルネットの学習を行なう為に以下の準備が必要である。

図 25 に示すような Property の設定を行なって、“5.5.3 ホストマシンへのファイル転送” に従ってファイル転送すると (Networkname).net, (Networkname).weight の 2 つのファイルが指定したマシンの Exe\_Path にリモートコピーされる。

学習プログラム DCP を用いてニューラルネットの学習を行なうためには (Networkname).net を “net” というファイルネームに置き換える必要がある。また Exe\_Path に学習に用いるサンプルファイル “sample” とパラメータファイル “para” が存在する必要がある。(詳しくは文献 [5] を参照、DCP の source code, executable, para file, sample file のある場所を “Appendix A” に示す。)

Rshell コマンドスクリプトファイルの例を示す。

例)

```
/usr/common/bin/dcp2 /usr/users/fukuzawa/bdg
```

### 6.4 学習プログラムの起動

Start B.P と表示された箇所をクリックすると Rshell が起動しニューラルネットの学習が行なわれる。ニューラルネットの学習中 Exe\_path の下に学習状況のモニター用ファイル monu が生成される。学習状況の表示要求があるところのファイルをリモートコピーし表示する。

### 6.5 学習プログラムの停止

Stop B.P と表示された箇所をクリックすると Rshell が停止する。

### 6.6 ユニットのダイナミック表示

学習中に UNIT D と表示された所をクリックすると UNIT の学習状況をダイナミック（自動的に更新を行なう）に表示する（図 26）。各ユニット出力値の大きさを四角の大きさで表示する方式 [6] を採用している。出力層に表示される四角い枠は教師データを表す。

ダイナミック表示の停止は、再び UNIT D と表示された所をクリックする。学習プログラムを停止する場合はダイナミック表示を停止させてから行なう必要がある。

（表示ユニットの色は“8.Setup”を参照して設定）

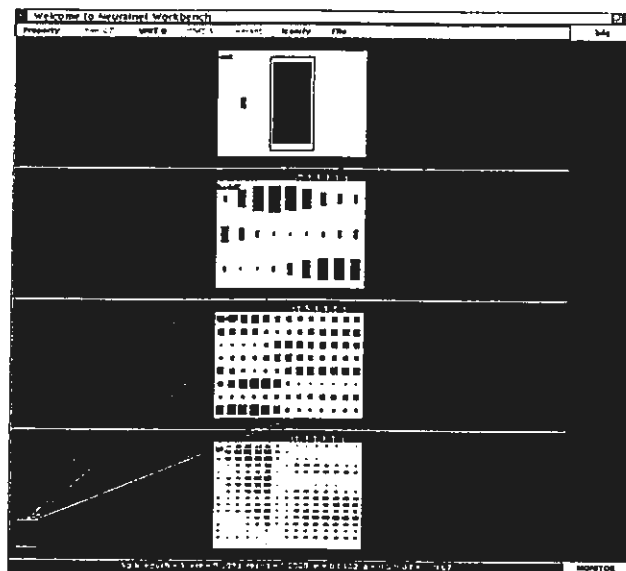


図 26: ユニットのモニター表示

### 6.7 ユニットのスタティック表示

学習中に UNIT S と表示された所をクリックすると現時点での UNIT の学習状況をスタティック（1回だけ）に表示する。

### 6.8 Weight のダイナミック表示

任意のユニットから上下Layer への Link Weight の学習状況をダイナミックに表示する。

1. Weight と表示された箇所をクリックする。
2. ポインターを表示させたいユニットに移動してクリックする。
3. 図 27に示すように指定したユニットと結合する上下Layer のユニットとの Weight 値が表示される。
4. 再び Weight と表示された箇所をクリックすると、Weight のダイナミック表示が停止する。

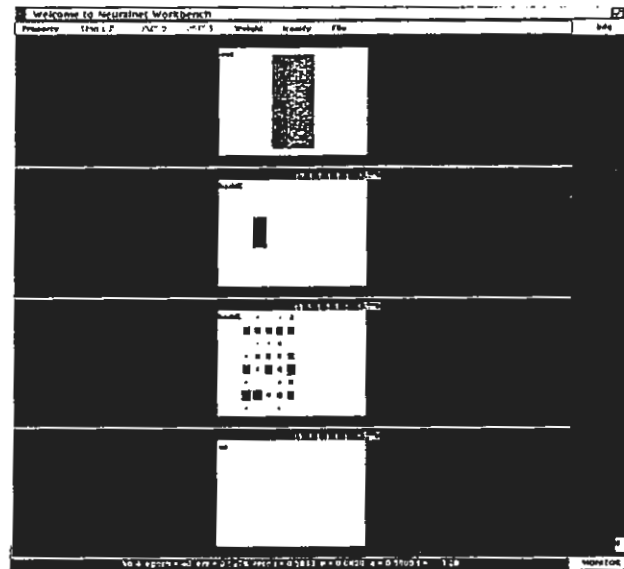


図 27: Weight のモニター表示

## 7 解析機能

表示されているネットワークと学習後の Weight 値を用いて、ある入力サンプルを与えた時にネットワークの各 Unit がどのような値を出力するか解析する機能。

### 7.1 解析に用いるサンプルファイルの指定

解析モードに切替える前に解析に用いるサンプルファイルを指定しておく必要がある。エディタモードまたはモニターモードで Property と表示された箇所をクリックし Set up と表示されたところでマウスボタンを離すと Set up メニューが表示される (図 28)。< SAMPLE FILE > の下にサンプルの存在する path とファイル名を入力し、Apply をクリックすると設定される。(sample file 例のある場所を“Appendix A”に示す。)

図 28: サンプルファイルの指定

### 7.2 モード切替え

“6.1モード切替え”と同様の方法で ANALYZER と表示された所へポインターを移動してボタンを離すと解析モードに切り替わる。

### 7.3 Weight ファイルのロード

Property で設定した Path にある (Networkname).weight をロードして解析を行なう。

モニターモードで、ニューラルネットの学習を行なった学習後の Weight 値を用いて、解析を行なうときは、“5.5.4ホストマシンからの Weight File のコピー”に示す方法で学習後の Weight ファイルを Path に (Networkname).weight としてコピーする。その後 File と表示された箇所をクリックして Reload と表示されたところでボタンを離すと学習後の Weight ファイルがリロードされる。

#### 7.4 コントロールパネルの設定

Control をクリックすると図 29に示すコントロールパネルが表示される。

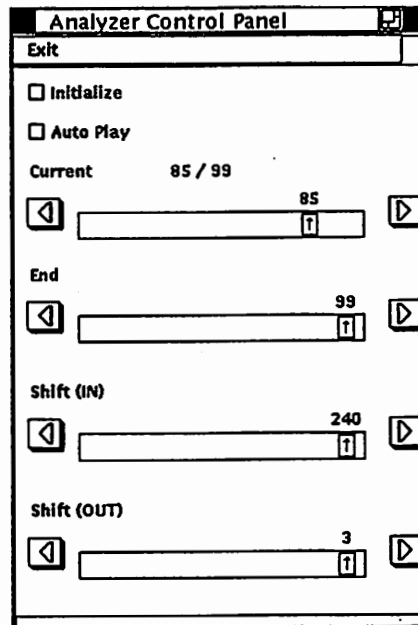


図 29: コントロールパネル

##### 1. Initialize

四角い枠をクリックすると“7.7頻度分布”の統計データを初期化する。

##### 2. Auto Play

四角い枠をクリックして Start させるとサンプルを順次、自動的に表示する。

##### 3. Current

次に表示するサンプルの番号を示す。

##### 4. End

表示する最終サンプル番号。Auto Play の場合ここで指定したサンプル番号まで表示する。

##### 5. Shift

サンプルファイルが Binary フォーマットの場合の Shift 値。

Shift(IN): 入力層に与えるデータの Shift 値。

Shift(OUT): 出力層の教師信号としての枠表示を行なうデータの Shift 値。

Current, End, Shift の値はマウスによるスケール操作により設定できる。また左右の矢印をマウスクリックすることにより1つずつ値を変更することが出来る。

### 7.5 Start

Start と表示された箇所をクリックすると、コントロールパネルの Current が示す番号のサンプルを読み込んで、その入力サンプルによる Unit の出力値を表示する (図 30)。Auto Play が設定されている場合は、Stop をクリックするまでサンプルを順次表示する。出力層に表示される四角い枠は、出力サンプルの値を表す。

[ Unit 出力表示の最大値の設定は、“5.2.1Block の作成” に示す。]

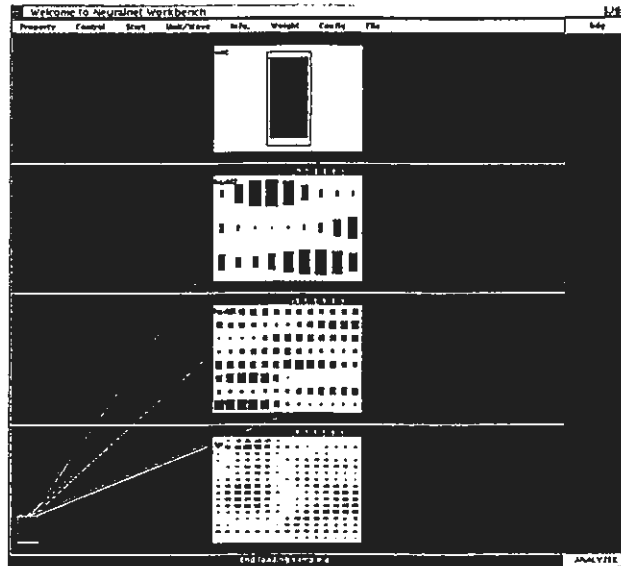


図 30: Unit の出力表示

### 7.6 Unit 表示と波形表示の切替え

任意の Block を Unit 表示にするか波形表示にするか選択する。Unit/Wave をクリックし、次に表示を切替えたい Block をクリックするとユニット表示から波形表示へ、波形表示から Unit 表示へ切り替わる。波形表示では縦方向が Unit の出力値を表し、横方向に Block 内の Unit が並ぶ。また番号の隣合う Unit 同士が線で結ばれる。

[ 波形表示の最大値の設定は、“5.2.1Block の作成” に示す。]

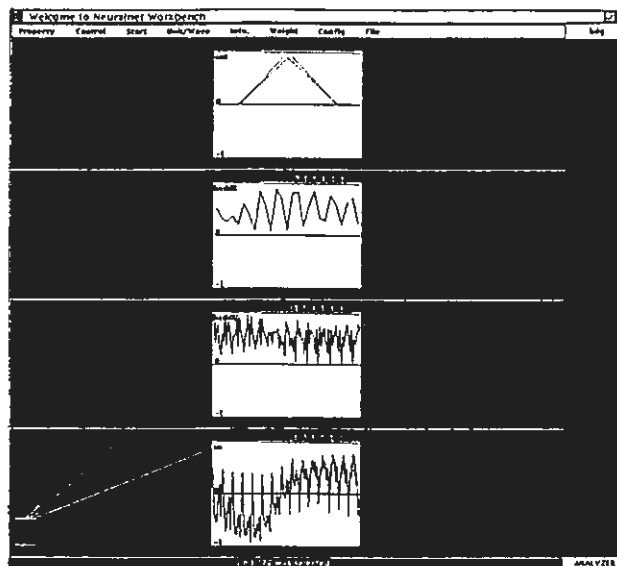


図 31: 波形表示

## 7.7 頻度分布

Block 内の各 Unit の出力値の頻度分布を表示する。またその Block 内の指定した Unit の入力値の頻度分布を表示する。

“7.5Start” の操作により各入力サンプルに対する各ユニットの出力値が決まるたび、各 Unit の出力度数が1つ増える。

1. Info. をクリックすると InformationUnit が表示される。
2. Information Unit の Block と表示された箇所をクリックすると Configuration Box が表示される。Configuration Box に表示されているブロックをクリックすると、その Block 内の各 Unit の出力値の度数が InformationUnit の上段に表示される。縦軸は Unit の出力値を表し、横軸は Unit の番号を表す。各 Unit の度数は丸の大きさで示される。設定した度数を越えた場合は丸の色を変える。[ 度数の設定は、“8 Setup” を参照 ]
3. Information Unit の Unit と表示された箇所をクリックすると Select Unit Box が表示される。表示されている数字は Block 内の Unit 番号を表している。マウス操作により Unit 番号を指定し、Apply をクリックすると InformationUnit の下段に指定した Unit の入力値の頻度分布が表示される。縦軸は度数を表し、横軸は入力値を表す。Unit の頻度分布は自動的に書き直されないで、必要に応じてこの操作を繰り返さなければならない。
4. Exit をクリックすると InformationUnit の表示が消える。
5. 頻度分布の統計データの初期化は “7.4 コントロールパネルの設定 (a)” による。

頻度表示の最大値の設定は “8 Setup” に示す。

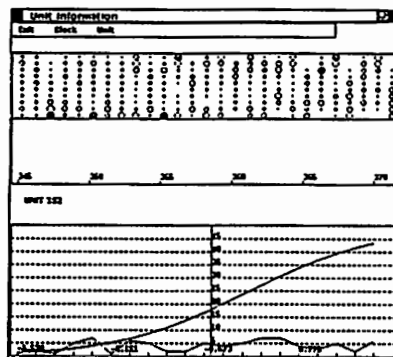


図 32: 頻度分布表示

## 7.8 Link Weight のマトリックス表示

任意の Link についてその Weight 値をマトリックス表示する。

Weight と表示された箇所をクリックし、表示したい Link の近傍で、マウスクリックすると図 33 に示す Weight 値のマトリックス表示を行なう。縦軸の数字は上の Layer の Unit 番号を表し、横軸の番号は下の Layer の Unit 番号を表す。

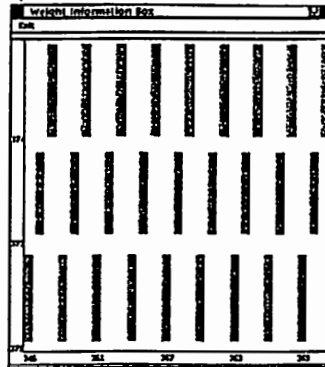


図 33: Link Weight のマトリックス表示

## 7.9 Block の位置関係表示

Config と表示された箇所をクリックすると、Configuration Box が表示され、簡単に Block の位置関係及び Link を表示する。

## 7.10 Unit のマスキング

アナライザモードにおいて、メニューを選択していない時は、常にマスキングの指定待ち状態になっている。

任意の Unit をクリックすると、操作パネルがポップアップし、指定したユニットの出力値を固定できる。この操作以降は、サンプルの入力に関わらず、常に指定した値がその Unit から出力される。

マスキングをキャンセルするには、再度その Unit をクリックする。



## 8 Setup

Property をクリックし Setup と表示された所にポインターを移動してボタンを離すと図 34 に示す各種設定画面が表示され、以下に示す項目の設定が行なえる。

<b>&lt; COLOR &gt;</b>		<b>&lt; INTERVAL (Monitor) &gt;</b>	
Foreground	<input type="text" value="White"/>	<input type="text" value="24d"/>	
Background	<input type="text" value="Black"/>	<input type="text" value="1d"/> MIN	<input type="text" value="5000d"/> MAX
Unit (Plus)	<input type="text" value="Blue"/>	<->	
Unit (Minus)	<input type="text" value="Green"/>	<b>&lt; INTERVAL (AutoPlay) &gt;</b>	
Unit (Editor)	<input type="text" value="LightBlue"/>	<input type="text" value="200d"/>	
<b>&lt; LINK WEIGHT &gt;</b>		<b>&lt; INFO BLOCK &gt;</b>	
Random	<input type="text" value="-0.15000d"/> MIN	<input type="text" value="0.15000d"/> MAX	
Display MAX	<input type="text" value="1.00000d"/>		
<b>&lt; SAMPLE FILE &gt;</b>		<b>&lt; INFO UNIT &gt;</b>	
<input type="checkbox"/> Binary	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value="0.00000d"/> MIN	<input type="text" value="0.00000d"/> MAX
<input type="text" value="/usr/users/fukuzawa/bdg/sample"/>		Frequency MAX <input type="text" value="5d"/>	
<input type="text" value=""/>			
<input type="button" value="Apply"/>		<input type="button" value="Dismiss"/> <input type="button" value="Reset"/>	

図 34: Setup 画面

### 8.1 Color

画面表示の色の設定。

色が指定されている四角い枠をクリックすると設定可能な色の種類が表示されるので、設定したい色の所にポインターを移動してボタンを離せば、その色に設定される。

Foreground  
Background  
Unit(plus)  
Unit(Minus)  
Unit(Editor)

但し、1プレーンのモノクロディスプレイの場合は、Foreground と Background の指定のみ有効。Unit(plus) は Foreground と同色、Unit(Minus) と Unit(Editor) は中間色 (Gray-pixmap) となる。

## 8.2 Link Weight

### 1. Random Weight 値の設定

MIN: Link Weight 初期値の Random 値の最小値を設定 MAX: Link Weight 初期値の Random 値の最大値を設定

### 2. Display MAX

モニター画面 Link Weight 表示の最大値設定。

## 8.3 Sample File

分析モードで用いるサンプルファイルとして ASCII Format か Binary Format のどちらかが選択できる。Binary と表示された文字の手前の四角枠をクリックして選択する。

: ASCII Sample file format for DCP2 or Dynet

: Binary Sample format

MIN < - > MAX : Binary データをどの範囲で正規化するか指定する。但し、MIN = 0, MAX = 0 と指定した時は正規化を行わない。

Sample file の指定は、ASCII Format の場合、上段にタイプする (“7.1分析に用いるサンプルファイルの指定” 参照)。Binary format の場合、下段にタイプする。

## 8.4 Interval(Monitor)

上段は、モニターモードでの、学習状況をダイナミック表示するときの、表示の更新周期の初期値設定。

下段は更新周期の自動調整を行なう際の、最小値 (MIN) と最大値 (MAX) の設定。

数値が大きくなるほど更新周期が長くなる。

## 8.5 Interval(Autoplay)

分析モードで Autoplay 表示 (入力サンプルを自動的に更新) を行なった場合の更新周期。数値が大きくなるほど更新周期が長くなる。

## 8.6 Info Block

分析モードで、ユニット出力値の頻度分布を丸の大きさと丸の色で表示するが、度数がある一定値以上になると丸の色が変わるようになっている (“7.7頻度分布” 参照)。この丸の色と、色を変化させるときの度数を設定する。

freq-1: この右側に示した度数に達すると、指定した色に変化する。

freq-2: この右側に示した度数に達すると、freq-1 で指定した色からここで指定した色に変化する。

## 8.7 Info Unit

分析モードで、指定したユニットの入力値の頻度分布が表示されるが、この縦軸と横軸の表示範囲を指定する。  
(“7.7頻度分布”参照)

### 1. Input

横軸（入力値）の表示範囲を指定する。

MAX：最大値 MIN：最小値

### 2. Frequency MAX

縦軸（度数）の表示範囲（最大値）を指定する。

## 8.8 設定終了

Apply をクリックすることにより、Setup 画面が消え、設定内容が適用される。

## 9 デフォルト値の設定

本ワークベンチ画面を表示しているマシンのホームディレクトリにある.Xdefaults ファイルに記述する事により、以下のデフォルト値が設定できる。[ ] 内は Property または Setup 画面での対応する項目を示す。

ただし、設定変更はセッションクイット以降に有効となる。

1. ワークベンチの表示色 (Block の色) [ <COLOR> Foregrand ]
2. ワークベンチの背景色 [ <COLOR> Backgrand ]
3. Editor モードでの UNIT の表示色 [ <COLOR> Unit(Editor) ]
4. Monitor モードでの UNIT 発火パターンの表示色 [ <COLOR> Unit(Plus) ]
5. Monitor モードでの UNIT 鎮静パターンの表示色 [ <COLOR> Unit(Minus) ]
6. 表示ラインの太さ
7. 5.1.2 PATH のデフォルト値 [ Path ]
8. 5.1.3 Exe.Path のデフォルト値 [ Exe.path ]
9. 6.8でのウェイトの絶対値の最大値 (自然数) [ < LINK WEIGHT > Display MAX ]
10. Random の最大値 [ < LINK WEIGHT > Random MAX ]
11. Random の最小値 [ < LINK WEIGHT > Random MIN ]

例) 括弧内は指定しない場合のデフォルト値

```
nnwb.foreground_color: White (White)
nnwb.background_color: Black (Black)
nnwb.unit_color: LightGrey (Green)
nnwb.unit_color_plus: red (Red)
nnwb.unit_color_minus: blue (Blue)
nnwb.line_width: 0 (0) 1
nnwb.directory: /usr/users/user_1/NNWB
nnwb.remote: atrv40:/usr/users/user_1/NNWB
nnwb.wght_max: 1 (1)
nnwb.random_max: 15 (15) 2
nnwb.random_min: -15 (-15) 3
```

<sup>1</sup> 0を指定すると最も細い線を描く

<sup>2</sup> 100倍した数値を指定する 15 -> 0.15

<sup>3</sup> 100倍した数値を指定する 15 -> 0.15

## 10 むすび

本ワークベンチシステムにより操作性、可視性の優れたニューラルネットの開発環境が提供された。これによりネットワークの構築、学習状況のモニタ、学習後のネットワークの解析が容易に行なえる様になった。リカレントタイプのニューラルネットワークに対応した学習プログラムについても開発が済み、現在整備を行なっている。今後のワークベンチシステムに対する課題としては、リカレントネットワークへの対応、学習プログラム DyNet[7] の起動と学習状況のモニタを可能にするといったことが挙げられる。

## 謝辞

研究の機会を与えて頂いた樽松社長、貴重な御助言、御検討頂いた嵯峨山研究室長をはじめとする音声情報処理研究室の皆様へ感謝致します。さらに、システムのインプリメントをして頂いた日本DECの村山氏、北岡氏に感謝いたします。

## 参考文献

- [1] 中村, 田村, 他: ニューラルネット開発用ワークベンチシステム-ネットワークエディタおよびモニタ機能について-, 音響学会講演論文集, 2-P-26, pp.181-182 (1989-10).
- [2] 中村, 田村, 他: ニューラルネット開発用ワークベンチシステム-ネットワークエディタおよびモニタ機能について-, TR-I-0113 (1990-09).
- [3] 中村, 鹿野: ニューラルネットワークによる N-gram 単語予測モデルの検討, 音響学会講演論文集, 2-P-2, pp.205-206 (1988-10).
- [4] A.H.Waibel: Phoneme Recognition Using Time-Delay Neural Networks, 信学技報, SP87-100 (1987-12).
- [5] 中村, 鹿野: ニューラルネットワークにおけるバックプロパゲーション学習の効率化方法, TR-I-0113 (1990-09).
- [6] D.E.Runmelhart, et al.: Parallel Distributed Processing, M.I.T.Press (1986).
- [7] P.Haffner, et al.: Fast Back-Propagation Learning Methods for Large Phonemic Neural Network, 音響学会講演論文集, 1-6-14 (1989).
- [8] 北岡: ニューラルネットワークベンチ “nnwb” マニュアル, [atr-fs:/pub1/common/src/fukuzawa/nnwb4/README](ftp://pub1/common/src/fukuzawa/nnwb4/README) (1990).