

**PENKELASAN SEL KANSER PANGKAL RAHIM KEPADA
SEL NORMAL DAN TIDAK NORMAL MENGGUNAKAN ANALISIS
PEMBEZALAYAN DAN RANGKAIAN NEURAL**

Oleh

Mohammad Norrish Bin Saidin

**Disertasi ini dikemukakan kepada
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

**Sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat keperluan
untuk ijazah dengan kepujian**

SARJANA MUDA KEJURUTERAAN (KEJURUTERAAN MEKATRONIK)

**Pusat Pengajian Kejuruteraan
Elektrik dan Elektronik
Universiti Sains Malaysia**

Mac 2006

ABSTRAK

Tajuk bagi projek ini adalah pengkelasan sel pra kanser pangkal rahim kepada sel normal dan tidak normal menggunakan rangkaian neural dan analisis pembezaan. Rangkaian neural yang dihasilkan adalah jenis rangkaian neural perseptron berbilang lapisan menggunakan perisian MATLAB[®] 6.5 manakala analisis pembezaan menggunakan perisian SPSS[®] 13.0. Sistem yang dibangunkan adalah bagi mengelaskan data-data tertentu kepada dua kelas iaitu baik atau tidak baik. Data-data yang digunakan dalam projek ini ialah saiz nukleus, saiz sitoplasma, paras kelabu nukleus dan paras kelabu sitoplasma. Data-data ini dibahagikan kepada dua set data iaitu set data latihan dan set data ujian. Set data latihan mengandungi 128 data manakala set data ujian mengandungi 72 data. Rangkaian neural yang dihasilkan menggunakan dua algoritma pembelajaran iaitu '*Levenberg-Marquardt*' dan Perambatan Balik. Nilai optimum bagi lelaran dan nod tersembunyi untuk setiap algoritma pembelajaran ditentukan berdasarkan peratusan ketepatan tertinggi yang diperolehi apabila set data ujian digunakan untuk menilai prestasi sistem. Bagi analisis pembezaan, set data ujian digunakan untuk menjalankan simulasi bagi tujuan mendapatkan peratusan ketepatan dan nilai titik potong. Dari keputusan yang diperolehi, di dapati rangkaian neural dan analisis pembezaan yang menunjukkan keputusan dengan kecekapan 100%. Kesimpulannya, rangkaian neural dan analisis pembezaan telah berjaya mengelaskan sel kanser pangkal rahim kepada sel normal dan tidak normal.

ABSTRACT

The topic of this project is classification of cervical cells into normal and abnormal using 2 group discriminant analysis and neural network. The type of the neural network is multilayered perceptron (MLP) network using software MATLAB[®] 6.5 and discriminant analysis using software SPSS[®] 13.0. The system is built to classify some certain data into two classes, which are normal or abnormal cells. Data are using for this project is nucleus size, cytoplasm size, nucleus grey level and cytoplasm grey level. The data are separated into two sets; training data set and testing data set. There are 128 data in training data set and 72 data in testing data set. The neural network is trained using two types of learning algorithms, which is Levenberg-Marquardt and Back Propagation. The optimum value of epoch and hidden nodes for each learning algorithm are determined based on the highest accuracy obtained during training phases. For discriminant analysis, training data are used to simulate to obtain accuracy and cut-off point. From the result, the neural network and discriminant analysis show the 100% accuracy. As a conclusion, the neural network and discriminant analysis has high capability to classify the cervical cells into normal and abnormal.

PENGHARGAAN

Alhamdulillah, bersyukur kehadiran Illahi kerana dengan limpah kurniaNya dapatlah saya menyiapkan projek tahun akhir ini pada masa yang telah ditetapkan bagi memenuhi syarat pengijazahan Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanik, Universiti Sains Malaysia.

Sekalung penghargaan diberikan kepada penyelia projek saya iaitu En. Aeizal Azman Abd. Wahab yang sentiasa memberikan tunjuk ajar dan panduan sepanjang saya melaksanakan projek ini. Segala bacaan dan rujukan yang disyorkan telah banyak membantu saya bagi mendapatkan maklumat-maklumat yang berguna untuk menyiapkan projek ini. Tanpa bantuan dan bimbingan beliau sukarlah bagi saya menyiapkan projek ini.

Ribuan terima kasih juga kepada Pn. Dzati Athiar Bt. Ramli kerana telah menjadi penyelia saya sebelum diambil alih oleh En Aeizal. Beliau juga telah banyak membantu saya dalam mendapatkan maklumat-maklumat yang berguna dalam projek ini. Juga tidak lupa kepada Dr. Nor Ashidi Mat Isa yang telah banyak memberi pandangan serta maklumat mengenai rangkaian neural kepada saya. Tidak lupa juga terima kasih kepada Pn. Norizah Bt. Mohamad kerana sudi terlibat di dalam penilaian pembentangan projek saya ini.

Di kesempatan ini juga, saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan dan terima kasih kepada kedua ibu bapa saya yang tidak jemu memberikan semangat dan dorongan sepanjang tempoh pelaksanaan projek ini. Sokongan moral yang telah diberikan telah membuat saya lebih bersemangat dan berkeyakinan bagi menjalankan projek ini.

Akhir sekali, saya ingin mengucapkan terima kasih yang tidak terhingga kepada rakan-rakan yang sering membantu dalam memberikan pendapat yang bernas berkaitan projek ini. Akhir kata, tidak lupa kepada USM dan kakitangan pusat pengajian elektrik dan elektronik yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam projek tahun akhir ini.

Sekian, terima kasih.

SENARAI ISI KANDUNGAN

PERKARA	MUKA SURAT
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT.....	iii
PENGHARGAAN.....	iv
SENARAI ISI KANDUNGAN.....	v
SENARAI GAMBARAJAH.....	vii
BAB 1: PENGENALAN	
1.1 Pengenalan.....	1
1.2 Kanser pangkal rahim.....	2
1.3 Rangkaian neural.....	2
1.4 Analisis pembezalayan.....	3
1.5 Objektif.....	3
1.6 Garis panduan projek.....	4
BAB 2: KAJIAN ILMIAH	
2.1 Pengenalan.....	5
2.2 Pangkal rahim.....	5
2.3 Kanser.....	6
2.3.1 Kanser pangkal rahim.....	7
2.3.2 Mengesan kanser pangkal rahim.....	9
2.4 Rangkaian neural.....	12
2.4.1 Rangkaian neural biologi.....	13
2.4.2 Rangkaian neural buatan.....	14
2.4.3 Konsep asas bagi rangkaian neuron buatan.....	15
2.4.4 Kelebihan rangkaian neuron buatan.....	16
2.4.5 Perseptron berbilang lapisan (MLP).....	17
2.4.6 Algoritma pembelajaran ' <i>Levenberg Marquardt</i> '.....	19
2.4.7 Algoritma pembelajaran Perambatan Balik.....	21
2.5 Analisis pembezalayan.....	23

BAB 3: METODOLOGI

3.1	Pengenalan	24
3.2	Metodologi program rangkaian neural	24
3.3	Metodologi projek rangkaian neural.....	26
3.4	Metodologi projek analisis pembezalayan.....	28
3.5	Antaramuka sistem	32
3.5.1	Antaramuka rangkaian neural	32
3.5.2	Antaramuka analisis pembezalayan	34

BAB 4: ANALISA DAN KEPUTUSAN

4.1	Pengenalan	35
4.2	Analisa dan keputusan bagi rangkaian neural.....	35
4.2.1	Keputusan algoritma ' <i>Levenberg Marquardt</i> '	35
4.2.2	Keputusan algoritma Perambatan Balik.....	44
4.3	Analisa dan keputusan bagi analisis pembezalayan	54

BAB 5: KESIMPULAN

5.1	Kesimpulan	65
-----	------------------	----

RUJUKAN

LAMPIRAN

SENARAI GAMBARAJAH

GAMBARAJAH	MUKA SURAT
Rajah 2.1 : Anatomi pangkal rahim	6
Rajah 2.2 : Sel normal dan sel tidak normal	8
Rajah 2.3 : Jenis kelas sel sel pra kanser pangkal rahim	8
Rajah 2.4: Neuron biologi.....	13
Rajah 2.4: Proses rangkaian neural.....	14
Rajah 2.5: Perseptron berbilang lapisan	18
Rajah 3.0: Penyunting data SPSS	28
Rajah 3.1: Langkah memilih menu ' <i>Discriminant Analysis</i> '	29
Rajah 3.2: Menu ' <i>Discriminant Analysis</i> '	30
Rajah 3.3: Menu ' <i>Discriminant Analysis: Statistics</i> '	30
Rajah 3.4: Menu ' <i>Discriminant Analysis: Classification</i> '	31
Rajah 3.5: Antaramuka pembelajaran rangkaian neural	32
Rajah 3.6: Antaramuka ketepatan rangkaian neural	33
Rajah 3.7: Antaramuka pengujian rangkaian neural.....	33
Rajah 3.8: Antaramuka analisis pembezaalayan	34
Rajah 4.1: Graf ketepatan data latihan melawan bilangan epoch bagi algoritma ' <i>Levenberg Marquardt</i> '	36
Rajah 4.2: Graf ketepatan data ujian melawan bilangan epoch bagi algoritma ' <i>Levenberg Marquardt</i> '	36
Rajah 4.3: Graf ketepatan data latihan melawan bilangan nod tersembunyi bagi algoritma ' <i>Levenberg Marquardt</i> '	39
Rajah 4.4: Graf ketepatan data ujian melawan bilangan nod tersembunyi bagi algoritma ' <i>Levenberg Marquardt</i> '	40
Rajah 4.5: Keputusan simulasi bagi algoritma ' <i>Levenberg Marquardt</i> '	43
Rajah 4.6: Graf ketepatan data latihan melawan bilangan epoch bagi algoritma Perambatan Balik.....	44
Rajah 4.7: Graf ketepatan data ujian melawan bilangan epoch bagi algoritma Perambatan Balik.....	45

GAMBARAJAH**MUKA SURAT**

Rajah 4.8: Graf ketepatan data latihan melawan bilangan nod tersembunyi bagi algoritma Perambatan Balik.....	49
Rajah 4.9: Graf ketepatan data ujian melawan bilangan nod tersembunyi bagi algoritma Perambatan Balik.....	49
Rajah 4.10: Keputusan simulasi pertama bagi algoritma Perambatan Balik.....	52
Rajah 4.11: Keputusan simulasi kedua bagi algoritma Perambatan Balik.....	53
Rajah 4.12: Contoh keputusan analisis pembezalayan	64

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Pengenalan

Kanser atau barah merupakan sejenis penyakit di mana sel tubuh pesakit itu sendiri membiak di luar kawalan dan keupayaan sel-sel tersebut. Penyakit ini melibatkan kira-kira 9 juta penduduk dunia dan telah membunuh kira-kira 5 juta yang lain. Kanser merupakan punca utama kematian di negara membangun. Kajian sebenar barah di Malaysia tidak diketahui dan dianggarkan kira-kira 150 kes bagi setiap 100,000 orang penduduk, malah bilangan kes baru pula dianggarkan 27,000 kes setiap tahun dan ini merupakan salah satu daripada 10 penyebab utama kematian di Malaysia. Kanser biasanya dirawat melalui pembedahan, kemoterapi atau rawatan radiasi. Kebanyakan kanser boleh dirawat dan ramai yang sembuh terutamanya setelah menerima rawatan pada peringkat awal. Sekiranya tidak dirawat, kebanyakan barah akhirnya menyebabkan kematian.

1.2 Kanser pangkal rahim

Kanser pangkal rahim merupakan salah satu jenis kanser daripada 200 jenis kanser yang telah dikenalpasti (www.cancerbacup.org.uk). Dianggarkan lebih kurang 15,000 orang wanita mendapati mereka dijangkiti kanser pangkal rahim setiap tahun (www.cancer.gov). Kanser pangkal rahim atau juga dikenali sebagai kanser serviks merupakan kanser yang kedua paling tinggi kejadiannya di kalangan wanita di Malaysia. Di Amerika pula, di dapati kanser pangkal rahim telah membunuh lebih kurang 4000 orang wanita setiap tahun (WTAE Marilyn Brooks, 2003). Kaedah-kaedah pengesanan awal kanser pangkal rahim perlu dilakukan bagi mengelakkan kematian. Antara kaedah yang lazim digunakan adalah ujian palitan pap dan keputusan hasil ujian akan dianalisa bagi menentukan sama ada pesakit mengidap penyakit ini atau sebaliknya. Ujian palitan pap ini akan mengambil beberapa sel pangkal rahim untuk dianalisa. Antara faktor-faktor yang dianalisa ialah saiz nukleus, saiz sitoplasma, paras kelabu nukleus dan paras kelabu sitoplasma.

1.3 Rangkaian neural

Penggunaan rangkaian neural merupakan antara kaedah pengesanan awal kanser rahim. Cara ini adalah amat menjimatkan masa dan mengurangkan kos. Penggunaan rangkaian neural di dalam bidang perubatan sudah lama digunakan terutama di dalam pengesanan awal kanser payudara dan pangkal rahim.

Dengan data yang diperolehi dari ujian palitan pap seperti saiz nukleus, saiz sitoplasma, paras kelabu nukleus dan paras kelabu sitoplasma., sesuatu sel itu dapat dikelaskan kepada sel normal atau sel tidak normal menggunakan rangkaian neural. Sebelum itu, rangkaian neural perlu dilatih dengan menggunakan data-data sel kanser pangkal rahim bagi mengajar rangkaian bagi menghasilkan keluaran yang betul. Rangkaian neural yang cekap akan dapat memberi keputusan atau keluaran ramalan yang tepat tentang sel yang dikaji.

1.4 Analisis pembezalayan

Selain dari rangkaian neural, analisis pembezalayan juga boleh digunakan bagi tujuan pengesanan kanser pangkal rahim. Tujuan utama bagi analisis pembezalayan dalam projek ini adalah untuk meramalkan ahli kumpulan data (pembolehubah bersandar) kepada sel normal atau tidak normal berdasarkan kombinasi lurus bagi pembolehubah tidak bersandar (saiz nukleus, saiz sitoplasma, paras kelabu nukleus dan paras kelabu sitoplasma). Keputusan terakhir bagi analisis ini ialah model yang membolehkan ramalan dibuat bagi ahli kumpulan berdasarkan pembolehubah tidak bersandar yang dimasukkan ke dalam model. Tujuan kedua bagi analisis pembezalayan adalah untuk memahami set data pembolehubah tidak bersandar dan model ramalan diuji bagi memberi keputusan tentang hubung kait di antara pembolehubah bersandar dengan pembolehubah tidak bersandar yang digunakan dalam meramal jenis sel sama ada normal atau tidak normal.

1.5 Objektif

- i. Membantu pakar perubatan untuk mengesan kanser pangkal rahim sebelum ia merebak dengan lebih teruk dan seterusnya dapat mengurangkan kebarangkalian berlakunya kematian apabila pesakit menghidap penyakit kanser pangkal rahim.
- ii. Menguji sejauh mana kemampuan rangkaian neural Perseptron Berbilang Lapisan (MLP) menggunakan algoritma pembelajaran 'Lavenberg Marquardt' dan algoritma pembelajaran Perambatan Balik dalam diagnosis kanser pangkal rahim.
- iii. Menguji sejauh mana kemampuan Analisis Pembezaalayan dalam diagnosis kanser pangkal rahim.

1.6 Garis panduan laporan

Laporan ini mengandungi 5 bab iaitu bab pengenalan, bab kajian ilmiah, bab metodologi, bab keputusan dan analisa dan bab kesimpulan.

Bab 1 menerangkan secara ringkas tentang pengenalan projek, kanser pangkal rahim, rangkaian neural, analisis pembezaan, objektif serta garis panduan projek.

Bab 2 pula menerangkan tentang kajian ilmiah tentang projek ini. Dalam bab ini terdapat kajian ilmiah tentang pangkal rahim, kanser, kanser pangkal rahim, cara mengesan kanser pangkal rahim, rangkaian neural biologi, rangkaian neural buatan, konsep asas bagi rangkaian neuron buatan, kelebihan rangkaian neuron buatan, perseptron berbilang lapisan (MLP), algoritma pembelajaran '*Levenberg Marquardt*' dan algoritma pembelajaran Perambatan Balik.

Bab 3 menerangkan cara projek ini dijalankan. Antara topic yang diterangkan ialah pengenalan, metodologi program rangkaian neural, metodologi projek rangkaian neural, metodologi projek analisis pembezaan, antaramuka rangkaian neural dan antaramuka analisis pembezaan.

Bab 4 pula adalah untuk keputusan dan analisis bagi keputusan yang diperolehi. Keputusan yang diperolehi akan dibincangkan dan dianalisis dalam bab ini. Bab ini akan menerangkan tentang pengenalan, analisa dan keputusan bagi rangkaian neural, keputusan algoritma '*Levenberg Marquardt*', keputusan algoritma Perambatan Balik dan analisa serta keputusan bagi analisis pembezaan.

Bab 5 pula mengandungi kesimpulan secara keseluruhan tentang projek ini.

BAB 2

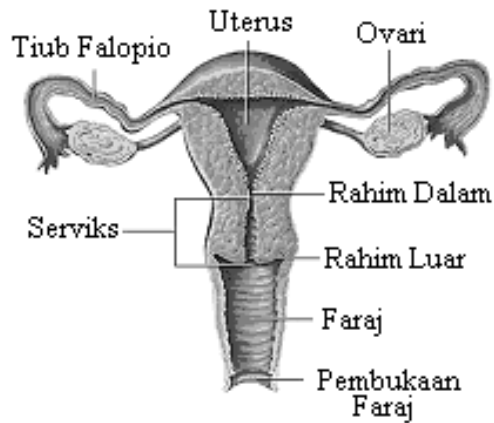
KAJIAN ILMIAH

2.1 Pengenalan

Di dalam bab 2 (kajian ilmiah) ini akan membincangkan tentang perkara-perkara yang terlibat di dalam projek ini. Kajian ilmiah ini dilakukan sebelum projek bermula supaya dapat memahami keseluruhan mengenai masalah projek dan penyelesaian. Antara perkara-perkara yang akan dibincangkan didalam bab ini adalah mengenai pangkal rahim, kanser, kanser pangkal rahim, mengesan kanser pangkal rahim, rangkaian neural, rangkaian neural biologi, rangkaian neural buatan, konsep asas rangkaian neural buatan, kelebihan rangkaian neural buatan, perseptron berbilang lapisan, algoritma '*Levenberg Marquardt*', algoritma perambatan balik dan analisis pembezaan.

2.2 Pangkal rahim

Serviks dirujuk kepada apa sahaja struktur yang berbentuk seperti leher. Serviks uteri membawa maksud leher uterus. Ia merupakan sebahagian dari rahim yang membuka ke arah faraj seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 2.1. Serviks atau pangkal rahim dialas oleh dua jenis sel. Jenis pertama melapisi bahagian luar pangkal rahim dan jenis yang kedua melapisi bahagian dalam serviks. Ia terdiri daripada gentian otot silinder yang mempunyai saluran di dalamnya dipanggil saluran endoserviks ('*endocervical*') yang menyambungkan antara rahim (uterus) pada pintu rahim dalam ('*internal os*') dengan faraj dan pintu rahim luar ('*external os*'). Di antara kedua-dua jenis sel ini terdapat satu persimpangan yang dikenali sebagai zon transformasi atau zon pertukaran. Di kawasan inilah sampel untuk ujian Palitan Pap diambil kerana di sinilah biasanya berlaku perubahan yang dikenali sebagai displasia atau perubahan pra kanser dan terjadinya kanser.



Rajah 2.1 : Anatomi pangkal rahim (Sumber: www.adam.com)

2.3 Kanser

Barah atau kanser merupakan sejenis penyakit di mana sel tubuh pesakit itu sendiri membiak diluar kawalan dan keupayaan sel-sel tersebut untuk memasuki tisu biologi lain, sama ada melalui pertumbuhan langsung sel bersebelahan atau pemindahan kepada sel jauh (metastasis). Pertumbuhan luar kawal ini disebabkan oleh kerosakan kepada asid deoksiribonukleik (DNA) menyebabkan mutasi kepada gen penting yang mengawal pembahagian sel, selain fungsi lain. Salah satu daripada mutasi tersebut, yang boleh diwarisi atau didapati, mampu menyebabkan pembahagian sel luar kawal dan pembentukan tumor ("bengkak" dalam bahasa Latin) merujuk kepada sebarang jisim tidak normal sama ada malignant (barah) atau benign (bukan barah). Hanya tumor malignant mampu memasuki tisu lain atau *metastasizing*.

Barah telah menjadi masalah utama akibat peningkatan tempoh jangka hayat. Ini disebabkan kadar mutasi semakin meningkat selaras dengan tempoh hayat yang semakin berpanjangan. Walaupun kemajuan yang besar telah dicapai dalam cara rawatan, kebanyakan barah yang telah mencapai tahap lanjut, masih kekal tiada rawatan dan akhirnya membawa maut.

Sebab sebenar kejadian pelbagai jenis kanser masih tidak diketahui dengan jelas. Ramai pakar perubatan berpendapat bahawa kanser adalah berkaitan dengan cara hidup seseorang termasuk alam sekeliling. Terdapat dua kategori utama bagi faktor-faktor kanser:

- i. Faktor yang tidak boleh diubahsuai seperti jantina, umur dan pembentukan genetik
- ii. Faktor yang boleh diubahsuai iaitu berkaitan cara hidup dan alam sekeliling seperti tabiat merokok.

2.3.1 Kanser pangkal rahim

Dalam barah pangkal rahim (Kanser Serviks), sel-sel di serviks tumbuh secara tidak normal. Sel-sel terus membesar dan membentuk satu ketumbuhan atau tumor. Jika tidak dirawat sel-sel barah ini boleh merebak ke bahagian badan yang lain melalui sistem darah atau limfa.

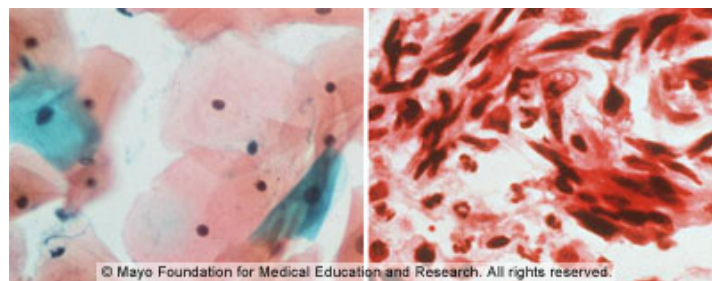
Barah pangkal rahim mengambil masa bertahun-tahun untuk berkembang. Sebelum barah pangkal rahim berkembang, perubahan awal berlaku di dalam sel pada permukaan pangkal rahim (serviks). Ini disebut peringkat pra-kanser.

Pakar perubatan mendapati bahawa sesetengah perubahan tidak normal pada sel serviks merupakan tanda-tanda awal kepada pembentukan kanser. Perubahan ini boleh dilihat pada Rajah 2.2 untuk sel normal dan untuk sel tidak normal. Perubahan ini merupakan '*squamous intraepithelial lesion*', (SIL). SIL gred rendah merujuk kepada perubahan awal dalam saiz, bentuk dan bilangan sel yang membentuk pada permukaan serviks. Sesetengah perubahan akan hilang dengan sendirinya tetapi sesetengah perubahan pula akan terus berubah menjadi besar dan menjadi tidak normal membentuk perubahan gred tinggi iaitu SIL gred tinggi. Sel yang tidak normal ini dipanggil epithelial neplasia. Ia juga dikenali sebagai sel pra kanser yang bermaksud sel yang mempunyai potensi untuk membentuk kanser jika dibiarkan tanpa rawatan susulan.

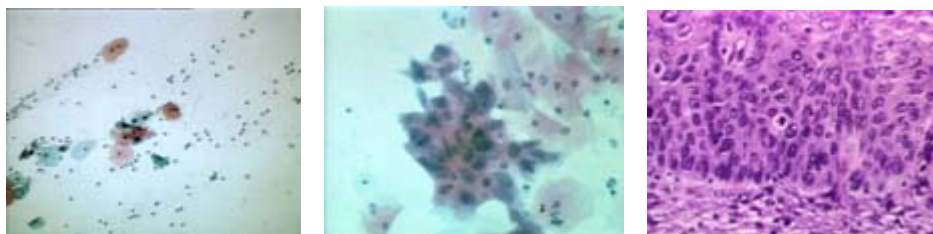
Sel-sel pra kanker ini boleh di kelaskan kepada tiga jenis CIN (*'cervika intra-epithelial neoplasia'*):

- i. CIN I – Terdapat kurang daripada 1/3 lapisan epithelium mengandungi sel-sel tak normal.
- ii. CIN II – Terdapat lebih daripada 1/3 tetapi kurang daripada 2/3 lapisan epithelium mengandungi sel-sel tak normal.
- iii. CIN III – Terdapat lebih daripada 2/3 lapisan epithelium mengandungi sel-sel tak normal tetapi sel ini masih belum merebak ke bahagian bawah permukaan.

CIN adalah fasa sebelum sel itu bertukar menjadi sel barah yang berbahaya dan boleh menjangkiti sel-sel lain. CIN tidak memberikan sebarang simptom dan hanya boleh dikesan melalui ujian pap smear. CIN I dikelaskan kepada gred rendah SIL manakala CIN II dan CIN III dikelaskan kepada gred tinggi SIL. CIN I juga termasuk sel yang tidak normal disebabkan virus papiloma manusia (*'human papulliomavirus'*). Ini selalu terjadi kepada wanita muda yang berusia antara 25 hingga 35 tahun. CIN II dan CIN III biasanya terjadi kepada wanita yang berusia likungan 30 hingga 40 tahun.



Rajah 2.2 : Sel normal (kiri) dan sel tidak normal (kanan)
(Sumber: *Mayo Foundation for medical education and research*)



CIN I

CIN II

CIN III

Rajah 2.3 : Jenis kelas sel sel pra kanker pangkal rahim
(Sumber: *Mayo Foundation for medical education and research*)

Menurut sumber Bahagian Pendidikan Kesihatan, Kementerian Kesihatan Malaysia. Kanser serviks boleh di kategorikan kepada empat peringkat, yang pada asasnya digunakan untuk menentukan jenis rawatan dan prognosis, empat peringkat ini diterangkan di dalam jadual 2.1 :

Peringkat	Penerangan dan Diskripsi
0	"Karsinoma in-situ" atau kanser peringkat awal yang ditemui di lapisan pertama pengalasan sel serviks. Ia tidak lagi menembusi tisu-tisu serviks yang lain
1	Sel-sel malignan yang tertumpu hanya kepada pangkal rahim dan belum lagi merebak
2	Sel-sel kanser telah merebak dan melampaui pangkal rahim, melibatkan 1/3 dari bahagian atas faraj.
3	Sel-sel kanser telah merebak ke bahagian pelvis dan 1/3 dari bahagian bawah faraj.
4	Telah merebak ke dubur, pundi kencing dan juga bahagian-bahagian lain dalam badan.

Jadual 2.1: Peringkat-peringkat kanser pangkal rahim

2.3.2 Mengesan kanser pangkal rahim

Kanser pangkal rahim adalah kanser yang amat berbahaya dan boleh membawa maut tetapi sekiranya kanser ini dapat dikesan pada peringkat permulaan, peratusan untuk pesakit sembuh adalah lebih tinggi. Dengan ini, pengesanan awal dapat menyelamatkan nyawa pesakit itu sendiri. Tidak seperti kebanyakan kanser lain, kanser pangkal rahim boleh dicegah. Faktor yang memudahkan pengesanan awal perubahan pada tisu serviks adalah perubahan sel kanser itu yang berlaku secara berperingkat. Kanser pangkal rahim ada dikesan melalui gejala dan tanda-tanda yang dihadapi oleh pesakit.

Gejala atau simptom bagi kanser pangkal rahim termasuklah :

- i. Lelehan faraj yang tidak normal
- ii. Pendarahan dari faraj yang tidak normal – di antara waktu haid, selepas melakukan hubungan seks, kesakitan semasa haid dan juga selepas putus haid.
- iii. Sakit belakang
- iv. Hilang selera makan dan berat badan menurun.
- v. Mengalami masalah membuang air kecil dan air besar
- vi. Sakit di bahagian pelvis (biasanya merupakan gejala yang lewat)

Namun, cara yang terbaik untuk mengesan kanser ini adalah dengan kaedah Palitan Pap. Ujian Palitan Pap merupakan ujian yang mudah dan tidak menyebabkan sebarang kesakitan. Ujian Palitan Pap yang dilakukan sekarang merupakan ciptaan Dr. Georgios Papanicolaou (1883-1962), seorang Amerika kelahiran Greek, bapa kepada cytopathologi. Dia pertama sekali menerbitkan beberapa siri kes besar bertajuk '*Diagnosis of uterine cancer by the vaginal smear*' (Papanicolaou & Traut, 1943).

Ujian Palitan Pap ini boleh mengesan barah pangkal rahim (Kanser Serviks) pada peringkat awal. Rawatan yang mudah pada peringkat ini boleh membawa penyembuhan sepenuhnya. Palitan Pap bertujuan bagi mengenalpasti keadaan luar biasa pada sel di permukaan serviks pada peringkat awal. Jika keputusannya meragukan, wanita akan dipanggil semula bagi menjalani ujian Kolposkopi ('*colposcopy*') untuk mengetahui punca sebenar masalah yang dihadapi, khususnya mengesan kehadiran sel luar biasa yang dipanggil '*cervical intraepithelial neoplasia*' (CIN). CIN ini hanya dapat dikesan melalui kaedah Palitan Pap sahaja kerana CIN tidak akan memberi sebarang simptom untuk dikesan. Palitan Pap dilakukan dengan mengambil sel-sel secara berhati-hati dari permukaan rahim dan diletakkan di atas slaid kaca seterusnya dihantar ke makmal untuk pemeriksaan mikroskopik. Bagi kebanyakan wanita, sel-sel ini adalah normal sepenuhnya. Pada sesetengah wanita, sel-sel ini mungkin tidak kelihatan normal dan mungkin menunjukkan peringkat awal kanser. Apabila ini terjadi ujian berkenaan diulangi dan jika perlu pemeriksaan seterusnya dilakukan. Justeru, wanita yang tidak menjalani ujian tidak akan mengetahui mereka sebenarnya di ambang bahaya mendapat barah pangkal rahim. Sekiranya kehadiran CIN dikesan, CIN pada pangkal rahim akan dibuang melalui pembedahan kecil dan kesihatan wanita akan

dipantau sehinggalah disahkan benar-benar sihat yang mengambil masa enam bulan hingga dua tahun; bergantung kepada keadaan setiap pesakit. Bagi wanita bujang dan tidak pernah mengadakan hubungan seks, mereka hanya perlu menjalani dua pemeriksaan saja, iaitu ujian ultra bunyi dan kanser payudara. Wanita berumur antara 20 hingga 65 tahun, yang aktif seks atau pernah aktif seks dahulu, perlu menjalani Ujian Palitan Pap. Ujian Palitan Pap hendaklah dilakukan 3 tahun sekali. Ujian ini terbaik sekali dijalankan pada pertengahan pusingan haid atau 10 hari selepas kedatangan haid dan sebaiknya elakkan penggunaan ubat bagi vagina dalam masa 72 jam dan elakkan hubungan seks bagi tempoh 24 hingga 48 jam sebelum pemeriksaan.

Seperti yang diterangkan tadi, sekiranya keputusan ujian Palitan Pap meragukan, pesakit dikehendaki menjalankan ujian Kolposkopi. Ujian Kolposkopi merupakan satu ujian yang menggunakan mikroskop untuk memeriksa tisu serviks semasa ujian pelvis. Ia digunakan untuk melihat bahagian-bahagian yang tidak normal di dalam serviks dan faraj yang terlalu kecil untuk dilihat dengan mata kasar. Mengikut prosedur ini, sedikit contoh tisu akan diambil dan kemudiannya akan dihantar kepada ahli kaji penyakit untuk diperiksa dengan lebih terperinci. Diagnosis ini akan membantu pengurusan kes kanser seterusnya.

2.4 Rangkaian neural

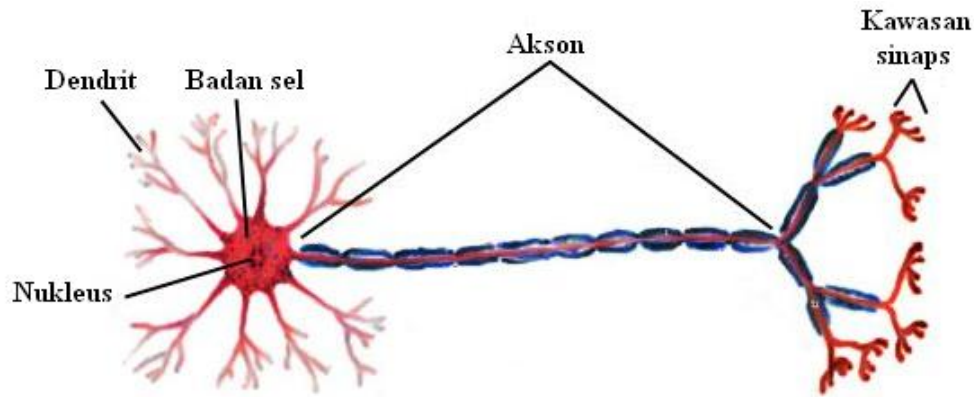
Rangkaian neural ialah suatu sistem pemrosesan maklumat yang mengandungi satu set unit pemrosesan yang disambungkan di antara satu sama lain secara selari mengikut struktur tertentu. Rangkaian neural buatan mula dikaji sejak saintis Itali, Golgi dan saintis Sepanyol, Ramon y Cayal mendapati bahawa otak manusia merupakan rangkaian neural. Model matematik bagi rangkaian neural yang pertama dirujuk kepada kertas penyelidikan oleh McCulloch dan Pitts pada tahun 1943. Antara penyelidik-penyelidik lain yang telah banyak menyumbang jasa dalam bidang rangkaian neural adalah seperti dalam jadual 2.2

Tahun	Nama penyelidik	Sumbangan
1949	D. Hebb	Mengemukakan hukum pembelajaran pertama untuk rangkaian neural buatan yang dipanggil <i>Hukum Hebb</i>
1958	F. Rostenblatt	Mencipta rangkaian neural tiruan yang dipanggil <i>perceptron</i>
1960	B. Widrow dan M.E. Hoff	Mencipta rangkaian neural buatan yang dipanggil <i>adaline</i>
1982	J.J. Hopfield	Mencipta rangkaian neural buatan yang dipanggil <i>Hopfield</i>
1983	K. Fukushima	Mencipta rangkaian neural buatan yang dipanggil <i>neocognitron</i>
1984	T. Kohoren	Mencipta rangkaian neural buatan yang dipanggil <i>Kohoren</i>
1986	D.E. Rumelhart dan J.L. McClelland	Memperkenalkan semula dan mengembangkan algoritma perambatan balik (<i>'back propagation'</i>)

Jadual 2.2: Penyelidik dan sumbangan mereka dalam bidang rangkaian neural

2.4.1 Rangkaian neural biologi

Rangkaian neural biologi (Rajah 2.4) merupakan rangkaian sel-sel neuron bagi otak manusia yang berfungsi dalam penyelesaian masalah dan terlibat di dalam pemprosesan maklumat.



Rajah 2.4: Neuron biologi (Sumber: www.bio.brandeis.edu)

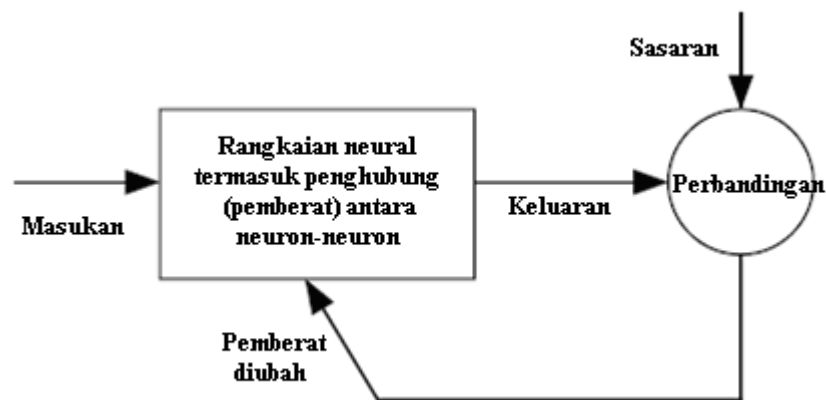
Neuron manusia mempunyai tiga bahagian utama iaitu badan sel, dendrit dan akson (Lin & Lee, 1996). Dendrit ini bersambung dengan sel badan dan ia mempunyai satu akson yang panjang berfungsi sebagai pembawa isyarat dari pada sinaps. Sinaps berfungsi memperkenalkan isyarat yang diterima kepada sel-sel neuron. Di dalam otak manusia, terdapat kira-kira 1×10^{11} sel neuron dengan setiap neuron mempunyai 1×10^4 sinaps. Proses membuat keputusan dan melaksanakan tindakan seseorang adalah bergantung kepada tahap keupayaan sel-sel neuronnya.

Konsep asas bagi neuron biologi:

- i. Menerima pelbagai masukan (maklumat) dari pada neuron-neuron yang lain melalui dendrit.
- ii. Maklumat yang diterima oleh dendrit dihantar ke badan neuron.
- iii. Paras bagi setiap maklumat yang diterima akan digabungkan di pangkal akson.
- iv. Ruang diantara akson keluaran bagi satu neuron dan dendrit yang lain adalah sinaps.
- v. Maklumat yang dihantar menerusi sinaps akan dikawal oleh ejen biokimia. Proses ini di modelkan dalam neuron tiruan dengan mengubah nilai pemberat

2.4.2 Rangkaian neuron buatan

Rangkaian neural adalah terdiri daripada elemen-elemen yang mudah yang beroperasi secara selari. Elemen-elemen ini diinspirasi dari sistem saraf biologi manusia. Secara semulajadi, fungsi rangkaian ini ditentukan oleh sambungan antara elemen-elemen. Rangkaian neural boleh dilatih untuk melaksanakan fungsi-fungsi tertentu dengan melaraskan nilai-nilai sambungan (pemberat) antara setiap elemen. Kebiasaannya, rangkaian neural dilaraskan atau dilatih supaya sesuatu masukan dapat menghasilkan keluaran seperti yang dikehendaki. Langkah-langkah ini di gambarkan dalam Rajah 2.4. Rangkaian neural ini akan terus dilaraskan berdasarkan perbandingan antara keluaran rangkaian dengan keluaran yang dikehendaki sehingga keluaran rangkaian mencapai keluaran yang dikehendaki. Kebiasaannya, banyak masukan digunakan dan ini adalah pembelajaran terselia (*supervised learning*).



Rajah 2.4: Proses rangkaian neural (Sumber: MATLAB 6.5 help)

Proses pembelajaran bagi rangkaian neural berlaku dengan nilai pemberat berubah berdasarkan set bagi vektor masukan. Setiap penambahan latihan akan mengubah nilai pemberat bagi rangkaian seperti yang diperlukan selepas masukan bagi setiap vektor masukan. Penambahan latihan juga dikenali dengan latihan penyesuaian (*adaptive learning*).

Proses pembelajaran rangkaian neural terdapat dua cara: pembelajaran terselia atau pembelajaran tidak terselia.

- Pembelajaran terselia: Rangkaian neural akan dilatih menggunakan set masukan-keluaran. Ini bertujuan untuk mengajar rangkaian itu untuk mengenal pasti masukan yang diberi termasuk keluaran sasaran. Dalam setiap set latihan, rangkaian akan menerima masukan dan menghasilkan keluaran. Untuk setiap percubaan, rangkaian akan membandingkan keluaran yang dihasilkan dengan keluaran sasaran dan membetulkan segala kesalahan dengan mengubah semua nilai pemberat di dalam rangkaian sehingga keluaran yang terhasil adalah sama dengan keluaran sasaran.
- Pembelajaran tidak terselia: Rangkaian neural akan dilatih menggunakan masukan isyarat ('*signal*') sahaja. Dengan ini, rangkaian akan mengatur secara dalaman untuk menghasilkan keluaran yang konsisten dengan pendorong khusus atau kumpulan bagi pendorong yang sama. Kelompok dalam bentuk masukan di dalam ruang masukan, di mana setiap kelompok mewakili satu set unsur bagi dunia nyata dengan sesetengah ciri-ciri yang umum.

2.4.3 Konsep asas bagi rangkaian neuron buatan

Rangkaian neural ini mempunyai banyak pemproses yang ringkas (nod dan neuron) yang mempunyai simpanan memori yang kecil. Setiap pemproses ini dihubungkan oleh saluran komunikasi sehalu (penghubung) yang membawa data. Penghasilan otak rangkaian neural buatan ini mempunyai dua konsep:

- i. Pengetahuan atau maklumat diperlukan oleh rangkaian bagi proses pembelajaran.
- ii. Antara penghubung setiap neuron dipanggil pemberat sinaps yang digunakan untuk menyimpan data atau maklumat.

Rangkaian neural buatan umpama kotak hitam yang boleh menerima masukan-masukan tertentu dan keluaran-keluaran yang tertentu sahaja. Fungsi sebenar bagi kotak hitam ini adalah berdasarkan struktur dan model bagi setiap neuron dalam struktur tersebut.

2.4.4 Kelebihan rangkaian neuron buatan

Rangkaian neural buatan dikembangkan disebabkan oleh minat yang mendalam dalam sistem seumpama ini untuk meningkatkan kefahaman memahami fungsi sebenar otak manusia, pemikiran manusia dan perspektifnya. Rangkaian neural buatan yang dibina mempunyai kelebihan-kelebihan seperti:

i. Tak lurus

- Penghubung antara neuron-neuron yang dibina adalah suatu peranti yang tak lurus.

ii. Peta masukan keluaran

- Di dalam proses pembelajaran terselia, kumpulan masukan yang mempunyai keluaran sasaran adalah diperlukan
- Rangkaian neural akan belajar untuk menghasilkan keluaran yang sama dengan keluaran sasaran.
- Sekiranya keluaran rangkaian tidak sama dengan keluaran sasaran, rangkaian neural buatan ini akan mengubah nilai pemberat supaya nilai keluaran yang terhasil hampir atau sama dengan keluaran sasaran.
- Proses ini akan berulang sehingga kesemua keluaran bagi masukan adalah sama dengan keluaran sasaran.

iii. Penyesuaian

- Rangkaian neural buatan ini dibina supaya mempunyai kebolehan untuk menyesuaikan pemberat sinaps dengan berubah mengikut persekitaran dimana ia beroperasi.
- Contohnya, kita menghasilkan rangkaian neural buatan untuk mengenali huruf A, B dan C. Selepas proses latihan selesai, kita menganggapkan bahawa rangkaian tersebut mampu mengenali huruf A, B dan C. Di samping itu juga, kita mahu rangkaian turut dapat mengenali huruf-huruf yang lain (contoh: D, E dan F). Oleh itu kita dapat menjalankan proses latihan semula supaya rangkaian ini dapat mengenali huruf-huruf yang lain. Rangkaian neural akan menyesuaikan pemberat sinaps untuk memberi tindak balas terhadap keperluan perubahan yang terbaru.

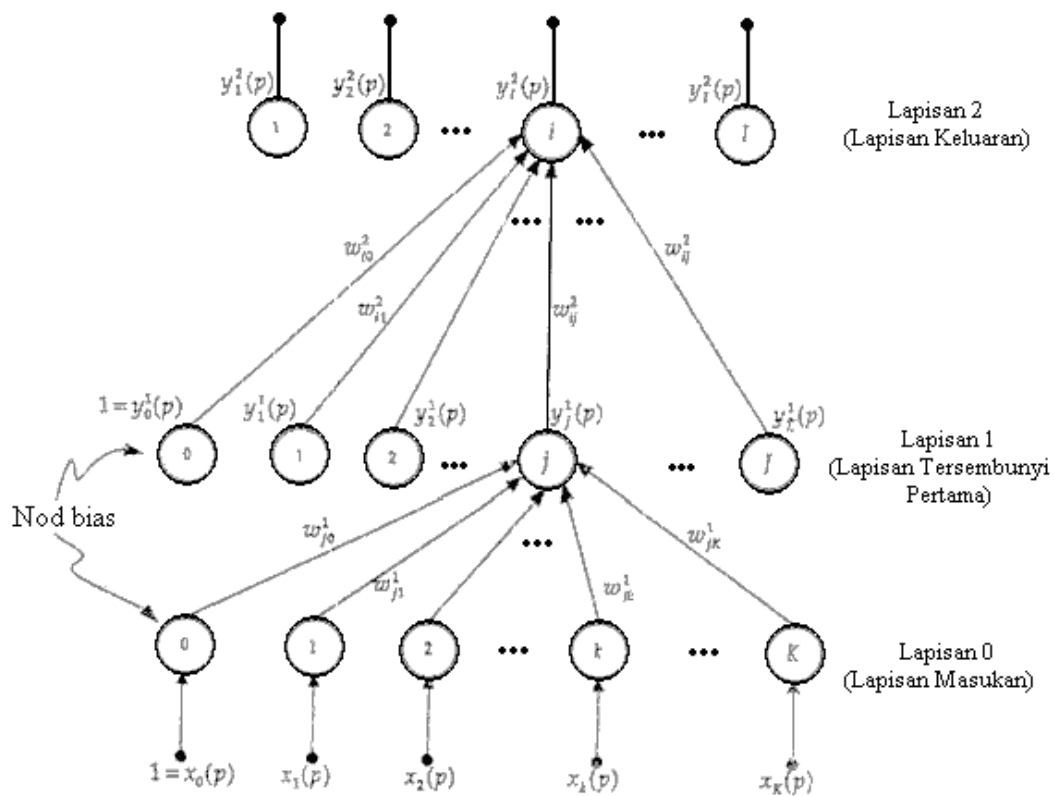
iv. Analogi neuron biologi

- Reka bentuk bagi rangkaian neural adalah diilhamkan dari analogi otak manusia dimana otak manusia jarang membuat kesalahan dalam memproses maklumat serta dapat melakukan pemprosesan maklumat dengan pantas dan cekap.

2.4.5 Perseptron berbilang lapisan (MLP)

MLP adalah salah satu model rangkaian neural buatan yang selalu digunakan. Model ini mempunyai lapisan tersembunyi (*'hidden layer'*) selain daripada lapisan masukan dan keluaran berbanding dengan perseptron satu lapisan (SLP) yang hanya mengandungi lapisan masukan dan keluaran. Rangkaian MLP mempunyai kebolehan untuk digunakan sebagai tiga fungsi utama iaitu keupayaan untuk mengimplemen fungsi logic Boolean, keupayaan untuk mengklasifikasi data dan keupayaan untuk mengimplemen transformasi tak lurus untuk proses penganggaran (Mat Isa, 2002, Haykin, 1994). Rangkaian neural ini telah dibuktikan mempunyai keupayaan yang tinggi untuk digunakan dalam bidang perubatan seperti sistem diagnosis barah buah dada (Taha dan Gosh, 1996) dan diagnosis awal barah pangkal rahim (Mat Isa, 2002 T.Kyyan, 2003). Berdasarkan ini, rangkaian neural MLP dipilih untuk digunakan dalam projek ini.

Rangkaian neural jenis ini dikenali sebagai rangkaian pembelajaran terselia kerana rangkaian ini memerlukan set contoh bagi masukan dan keluaran untuk proses pembelajaran. Dengan ini, rangkaian jenis ini dapat membina satu model yang dapat memberi keluaran yang sama dengan keluaran sasaran selepas proses pembelajaran. Oleh itu, model yang terhasil juga dapat digunakan untuk menghasilkan keluaran yang betul menggunakan data masukan yang tidak diketahui keluarannya. MLP dapat diwakili dengan Rajah 2.5



Rajah 2.5: Perseptron berbilang lapisan

- Dari Rajah 2.5:
 - ✓ Lapisan masukan mempunyai K nod dan bias (nod 0)
 - ✓ Lapisan tersembunyi mempunyai J nod and bias (nod 0)
 - ✓ Lapisan keluaran mempunyai I nod
 - ✓ Masukan bagi rangkaian \rightarrow vektor $x(p)$
 - ✓ $net_j^1(p)$: Jumlah masukan kepada nod j pada lapisan tersembunyi berdasarkan kepada masukan $x(p)$
 - ✓ $net_i^2(p)$: Jumlah masukan kepada nod i pada lapisan keluaran berdasarkan kepada masukan $x(p)$
 - ✓ $y_j^1(p)$: Keluaran bagi nod j pada lapisan tersembunyi berdasarkan kepada masukan $x(p)$
 - ✓ $y_i^2(p)$: Keluaran bagi nod i pada lapisan keluaran berdasarkan kepada masukan $x(p)$
 - ✓ $w_{jk}^1(p)$: Pemberat daripada nod k pada lapisan masukan kepada nod j pada lapisan tersembunyi

- ✓ $w_{ij}^2(p)$: Pemberat daripada nod j pada lapisan tersembunyi kepada nod i pada lapisan keluaran
- Hanya perhubungan dari satu lapisan ke satu lapisan yang mempunyai indeks yang lebih besar dibenarkan. Ini adalah terbalik berbanding dengan rangkaian suap balik belakang.

2.4.6 Algoritma pembelajaran ‘Levenberg Marquardt’

Algoritma pembelajaran ‘Levenberg Marquardt’ (LM) menggunakan fungsi TRAINLM yang terdapat dalam perisian MATLAB. LM merupakan algoritma pengoptimuman yang digunakan secara meluas. Algoritma ini dapat menghasilkan cerun terturun yang ringkas dan lain-lain kaedah cerun penjodoh dalam pelbagai masalah. Penyelesaian masalah yang telah disedia oleh algoritma pembelajaran LM (Ananth Ranganathan, 2004) dikenali sebagai peminimuman kuasa dua terkecil tak lurus. Ia menyifatkan fungsi yang hendak dikesilkan atau diminimumkan itu merupakan fungsi seperti dibawah:

$$f(x) = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^m r_j^2(x)$$

Di mana $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ ialah suatu vektor dan setiap r_j merupakan fungsi daripada \mathfrak{R}^n kepada \mathfrak{R} . r_j dirujuk sebagai residuals dan menganggap bahawa $m \geq n$.

Bagi memudahkan perkara ini, f di wakili sebagai vektor residual $r: \mathfrak{R}^n \rightarrow \mathfrak{R}^m$ diberi seperti berikut:

$$r(x) = (r_1(x), r_2(x), \dots, r_m(x))$$

Terbitan bagi f boleh ditulis menggunakan matrik Jacobian:

$$J(x) = \frac{\partial r_j}{\partial x_i}, 1 \leq j \leq m, 1 \leq i \leq n.$$

Pertama, pertimbangkan kes lurus dimana setiap fungsi r_i adalah lurus. Di sini, Jacobian adalah malar dan kita dapat mewakili r sebagai satah lampau pada ruang udara, maka f diberikan oleh fungsi kuadratik:

$$f(x) = \frac{1}{2} \|Jx + (0)\|^2$$

dengan ini kita juga ketahui bahawa

$$\nabla f(x) = J^T (Jx+r) \text{ dan } \nabla^2 f(x) = J^T$$

Penyelesaian untuk meminimumkan ialah dengan menjadikan $\nabla f(x) = 0$, kita akan mendapati $x_{min} = - (J^T J)^{-1} J^T r$, di mana penyelesaiannya adalah persamaan normal.

Bagi kes tak lurus pula, didapati bahawa:

$$\nabla f(x) = \sum_{j=1}^m r_j(x) \nabla r_j = J(x)^T r(x)$$

$$\nabla^2 f(x) = J(x)^T J(x) + \sum_{j=1}^m r_j(x) \nabla^2 r_j(x)$$

Permasalahan kuasa dua terkecil adalah diberi oleh matrik Jacobian J, kita perlu mendapatkan Hessian ($\nabla^2 f(x)$) untuk bebas jika mustahil untuk mendapatkan r_j sebagai fungsi lurus ($\nabla^2 r_j(x)$ adalah kecil) atau residuals ($r_j(x)$) sememangnya kecil. Hessian ini akan menjadi ringkas seperti:

$$\nabla^2 f(x) = (x)^T J(x)$$

Ini adalah sama untuk kes lurus. Penghampiran biasa digunakan di sini adalah satu daripada kelurusan-hampir (*near-linearity*) bagi r_j s hampir sama dengan penyelesaian. Oleh itu $\nabla^2 r_j(x)$ adalah kecil. Penting juga diketahui bahawa $\nabla^2 f(x) = (x)^T J(x)$ adalah benar sekiranya residuals adalah kecil. Masalah residual yang bernilai besar tidak dapat diselesaikan menggunakan penghampiran kuadratik, dan menyebabkan prestasi bagi algoritma adalah sangat rendah di dalam beberapa kes.

Algoritma '*Levenberg Marquardt*' merupakan:

1. Melakukan kemaskini seperti yang diarahkan dalam peratusan diatas.
2. Ralat pada parameter yang baru dikira semula.
3. Sekiranya ralat adalah bertambah selaras dengan pengemaskinian yang dilakukan, maka langkah diulang semula (contoh: set semula nilai pemberat kepada nilai sebelumnya) dan λ ditambahkan sebanyak faktor 10 atau faktor yang lebih nyata. Kemudian kembali ke langkah pertama dan cuba kemaskini sekali lagi.

4. Jika ralat berkurangan, maka langkah ini diterima dan boleh diteruskan. Nilai pemberat baru yang diperolehi disimpan dan kurangkan λ sebanyak faktor 10 atau sebaliknya.

2.4.7 Algoritma pembelajaran Perambatan Balik

Algoritma bagi perambatan balik mula-mula diperkenalkan oleh Werbos (1974) dan seterusnya dibangunkan oleh Remelhart dan McClelland (1986). Rangkaian perambatan balik dicipta dengan membina peraturan belajar Widrow-Hoff untuk rangkaian berbilang lapisan dan fungsi pindah kebezaan tak lurus. Vektor masukan adalah berdasarkan vektor sasaran digunakan untuk melatih rangkaian sehingga rangkaian tersebut boleh menganggarkan satu fungsi, menggabungkan vektor masukan dengan vektor keluaran yang tertentu, atau mengelaskan vektor masukan dalam satu kaedah yang sesuai.

Algoritma pembelajaran perambatan balik menggunakan fungsi TRAINGD yang terdapat dalam perisian MATLAB. Rangkaian ini mempunyai pincang, satu lapisan sigmoid dan satu lapisan keluaran lurus adalah berkebolehan menganggarkan pelbagai fungsi dengan satu bilangan ketakselajaran yang terhingga. Perambatan balik piawai merupakan algoritma cerun terturun, yang mana ianya merupakan peraturan belajar Widrow-Hoff di mana pemberat rangkaian bergerak sepanjang kecerunan negatif bagi prestasi fungsi tersebut. Terdapat beberapa perubahan pada algoritma asas perambatan balik ini berdasarkan teknik pengoptimuman piawai, seperti cerun penjodoh dan kaedah Newton.

Latihan yang lengkap bagi rangkaian perambatan balik adalah cenderung untuk memberikan jawapan yang berpatutan walaupun diberikan masukan-masukan yang belum pernah dianalisis atau masukan-masukan baru. Kebiasaannya, satu masukan baru memberi panduan kepada keluarannya, sama seperti keluaran yang betul bagi vektor masukan yang digunakan dalam latihan dimana ianya adalah serupa dengan masukan baru yang diberikan itu. Ciri-ciri ini menjadikan rangkaian ini boleh melatih satu rangkaian pada satu set perwakilan pasangn input dan sasaran, seterusnya memperolehi keputusan yang baik tanpa melatih rangkaian untuk semua kemungkinan pasangan masukan dan keluaran itu. Terdapat dua sifat bagi perkakasan rangkaian neural yang

dibina untuk memperbaiki rangkaian pangitlakan ini iaitu ‘*regularization*’ dan berhenti awal (‘*early stopping*’).

Perambatan balik ialah algoritma jenis cerun terturun di mana sambungan pemberat di antara neuron ke- j daripada lapisan ke- $(k-1)$ dan neuron ke- i daripada lapisan ke- k adalah sama-sama dikemaskini berdasarkan persamaan berikut:

$$w_{ij}^k(t) = w_{ij}^k(t-1) + \Delta w_{ij}^k(t)$$

$$b_i^k(t) = b_i^k(t-1) + \Delta b_i^k(t)$$

Di mana $\Delta w_{ij}^k(t)$ dan $\Delta b_i^k(t)$ diberiakan oleh persamaan

$$\Delta w_{ij}^k(t) = \eta_w \rho_i^k(t) v_j^{k-1}(t) + \alpha_w \Delta w_{ij}^k(t-1)$$

$$\Delta b_i^k(t) = \eta_b \rho_i^k(t) + \alpha_b \Delta b_i^k(t-1)$$

Di mana w dan b merupakan pemberat dan pincang α_w dan α_b pula ialah momentum tetap yang menentukan perubahan pengaruh parameter sebelumnya terhadap pergerakan semasa dalam ruang parameter η_w dan η_b merupakan kadar pembelajaran dan $\rho_i^k(t)$ pula ialah ralat isyarat bagi neuron ke- i dalam lapisan ke- k yang mana merupakan perambatan balik dalam rangkaian tersebut. Selagi fungsi pengaktifan neuron keluaran adalah lurus, ralat isyarat pada nod keluaran ialah

$$\rho^m(t) = y(t) - \hat{y}(t)$$

Dan untuk neuron pada lapisan tersembunyi

$$\rho_i^k(t) = F'(v_i^k(t)) \sum_j \rho_j^{k+1}(t) w_{ji}^{k+1}, \quad k = m-1, \dots, 2, 1$$

Di mana $F'(v_i^k(t))$ ialah terbitan pertama bagi $F(v_i^k(t))$ berdasarkan $v_i^k(t)$

Oleh kerana algoritma perambatan balik merupakan algoritma jenis cerun terturun, maka algoritma ini adalah lemah dari segi kadar penumpuan. Pencarian untuk minima sejagat boleh menjadi minima tempatan dan algoritma juga boleh menjadi sensitif kepada parameter pilihan pengguna.

2.5 Analisis pembezalayan

Analisis pembezalayan digunakan untuk kes-kes pengkelasan data. Jika analisis fungsi pembezalayan adalah berkesan bagi suatu set data, jadual klasifikasi tafsiran bagi data yang betul dan tidak betul akan menghasilkan peratusan betul yang tinggi.

Antara tujuan utama bagi analisis pembezalayan:

- Untuk pengkelasan data kepada kumpulan-kumpulan menggunakan persamaan ramalan pembezalayan.
- Untuk menyiasat perbezaan purata pembolehubah tidak bersandar di antara kumpulan-kumpulan yang terdiri daripada pembolehubah bersandar.
- Untuk mengira peratusan varian (*'variance'*) dalam pembolehubah bersandar yang dihuraikan oleh pembolehubah tidak bersandar.
- Untuk menilai perhubungan di antara pembolehubah tidak tersandar di dalam pengkelasan pembolehubah bersandar.
- Untuk meminggirkan pembolehubah yang memberi kesan yang kecil kepada kumpulan cemerlang.
- Untuk menguji teori dengan memerhatikan sama ada kes-kes yang tergolong adalah seperti yang diramalkan.

BAB 3

METODOLOGI

3.1 Pengenalan

Di dalam bab 3 (Metodologi) ini akan membincangkan tentang kaedah yang telah digunakan untuk menyelesaikan projek ini. Sebelum projek bermula, kajian ilmiah tentang perkara yang berkaitan dengan projek dilakukan terlebih dahulu. Ini dapat membantu di dalam pembinaan projek ini. Selepas kajian ilmiah dilakukan, jadual perancangan dilakukan terlebih dahulu supaya segala perancangan dapat dibuat mengikut masa yang telah ditetapkan. Apabila jadual perancangan telah diselesaikan, segala perancangan yang telah diatur cuba dilaksanakan. Kod punca (*'source code'*) untuk rangkaian neural menggunakan algoritma *'Levenberg marquardt'* dan algoritma perambatan balik menggunakan perisian MATLAB[®] 6.5 dihasilkan sehingga berjaya menghasilkan keputusan seperti yang dikehendaki. Kod itu kemudiannya dilaksanakan untuk melihat peratusan ketepatan yang terhasil. Data yang sama juga digunakan untuk analisa pembezaan. Analisa menggunakan perisian SPSS[®] 13 bagi mendapatkan keluaran dan peratusan ketepatan.

3.2 Metodologi program rangkaian neural

Data masukan yang digunakan dalam projek ini mempunyai empat jenis data; saiz nukleus, saiz sitoplasma, paras kelabu nukleus dan paras kelabu sitoplasma. Contoh sebahagian data yang digunakan dalam projek ini:

Saiz nukleus	Saiz sitoplasma	Paras kelabu nukleus	Kelabu sitoplasma	Jenis sel
79.64	5017.99	127	174	1
165.48	505.99	98	154	0
180.64	358.02	75	97	0
135.44	257.96	87	91	0
80.45	4492.83	120	179	1

Jadual 3.0: Contoh sebahagian data masukan dan keluaran