

เอกสารอ้างอิง

1. B. Bhanu, H. Chen. **Advances in Pattern Recognition**. New York: Springer-Verlag; 2008.
2. Carreira-Perpinan. M.A. **Abstract from MSc thesis compression neural networks for feature extraction: Application to human recognition from ear images**. Technical University of Madrid [online] 1995 [cited August 2 2008]. From <http://www.dcs.shef.ac.uk/~miguel/papers/msc-thesis.html>.
3. Dasari Shailaja and Phalguni Gupta. **A Simple Geometric Approach for Ear Recognition**. IEEE Proceeding of the 9th International Conference on Information Technology (ICIT'06); 2006. pp. 164-167
4. Erno Jeges. **Model-Based Human Ear Identification**. Proceeding of World Automation Congress (WAC); 2006. pp. 1-6
5. **Ear Biometrics** [Unpublished]. Lappeenranta: Lappeenranta University; [n.d].
6. LU Lu et al. **Ear Recognition Base on Statical Shape Model**. Information and Control (ICICIC'06). IEEE Proceedings of the First International Conference on Innovative Computing; 2006(3). pp. 353 – 356.
7. NewScientist. **Ear recognition may beat face biometrics**. [online]2005 [cited August 6 2008]. From <http://www.newscientist.com/article.ns?id=mg18725095.300>.
8. Michal Choras. Ear Biometrics Based on Geometrical Feature Extraction. **Journal of the Electronic Letters on Computer Vision and Image Analysis** [serial online] 2005; 5(3): 84-95.
9. Sepehr Attarchi et al. **A New Ear Recognition Approach for Personal Identification**. Proceedings of the 4th international conference on Intelligent Computing: Advanced Intelligent Computing Theories and Applications - with Aspects of Theoretical and Methodological Issues; 2008. pp. 356 – 363.
10. Shigeo Abe. **Support vector machines for pattern classification**. New Jersey: Springer; 2005.
11. Vanik V N. **Statistical learning theory**. New York: Wiley; 1998.

12. Zhichun Mu et al. Shape and Structural Feature Based Ear Recognition. **Lecture Notes in Computer Science**; 2005(3338). pp. 311-364.
13. Zhi-Feng Hao et al. **A Comparison of multiclass support vector machine algorithms**. Proceedings of the fifth International Conference on Machine Learning Cybernetics; August 13-16, 2006; Dalian. 2006. pp. 4221 – 4226.
14. Ahmet Sinav, M.D. **Ear**. [online]. [cited August 6. 2008]. From https://www1.columbia.edu/sec/itc/hs/medical/anatomy_resources/anatomy/ear/index_content.html.
15. โครงสร้างของใบหู. [ออนไลน์] 2550 [อ้างเมื่อ 6 สิงหาคม 2551] จาก <http://www.earsclinic.com>.
16. กองทะเบียนประวัติอาชญากร สำนักงานตำรวจแห่งชาติ. **ลักษณะของใบหู**. [ออนไลน์] 2551 [อ้างเมื่อ 6 สิงหาคม 2551] จาก http://criminal.police.go.th/main_6/sket_9.html.
17. **ไบโอเมตริกซ์**. [ออนไลน์] 2546 [อ้างเมื่อ 7 สิงหาคม 2551] จาก <http://spu.ac.th/~bmetric/index.htm>
18. คมชัดลึก. **ผลิตรบบตรวจคนดูหูแทนหน้าตา**. [ออนไลน์] 2548. [อ้างเมื่อ 6 สิงหาคม 2551] จาก <http://www.komchadluek.net/news/2005/07-21/it-18075652.html>.
19. **Ear Recognition Laboratory Homepage at University of Science & Technology Beijing (USTB)**. [online] [cited May 4 2009]. From <http://www.ustb.edu.cn/resb/en/index.htm>.
20. **Median Filter**. [online] [cited August 12 2009]. From <http://www.cs.tau.ac.il/~turkel/notes/meanmed.pdf>
21. **Sobel edge**. [online] [cited August 12 2009]. From <http://www.roborealm.com/help/Sobel.php>
22. Rafael C, Gonzalez and Richard E. Woods. **Digital Image Processing**. 2nd ed. Singapore: Published by Pearson Education td.
23. Masoud S. et all. **Using 2D Wavelet and Principal Component Analysis for Personal Identification Based On 2D Ear Structure**. International Conference on Intelligent and Advanced Systems. November 25 – 28, 2007; Malaysia, 2007. pp 616 – 620.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
Source Code โปรแกรมภาษา Matlab

โปรแกรมภาษา Matlab จะพัฒนาในส่วนของ การสกัดคุณลักษณะสำคัญของภาพถ่ายใบหู ทั้ง 2 วิธี คือ วิธีระบุตำแหน่งสำคัญแบบใช้โครงสร้างของใบหูและวิธีระบุตำแหน่งสำคัญโดยการแปลงเวกเตอร์ของภาพ และในส่วนของกระบวนการรู้จำด้วยตัวแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

ตัวอย่าง Source Code ในการระบุตำแหน่งสำคัญแบบใช้โครงสร้างของใบหู

```
clear all;
close all,clc;
imgRGB1 = imread('01-1.bmp'); %load image
imgRGB = imadjust(imgRGB1,[0.5 0.7],[,]);
L = medfilt2(imgRGB,[20 20]);

BW2 = edge(L,'sobel');
BW2(:,1:20)=0;
BW2(:,280:300)=0;
BW2(1:20,:)=0;
BW2(380:400,:)=0;
thin1 = bwmorph(BW2,'skel',inf);
ans1 = BW2(:);%Binary text file
ans2 = ans1';%Transpost Binary text file for classify
[row,col] = size(BW2);

%% Calculation logest distance
x=0;
for r=1:row
for c=1:col
if BW2(r,c)==1
x=x+1;
```

```

    keep(x,1)= r;
    keep(x,2)= c;
end
end
end

[m n] = size(keep);
firstkeep = keep(1:100,:);
[sizefr sizefc] = size(firstkeep);
lastkeep = keep(m-99:m,:);
[sizelr sizelc] = size(lastkeep);

di=0;
q=0;r=0;s=0;t=0;
for f=1:sizefr
    for l=1:sizelr
        di=di+1;
        sumkeep(di,1)=firstkeep(f,1);
        sumkeep(di,2)=firstkeep(f,2);
        sumkeep(di,3)=lastkeep(l,1);
        sumkeep(di,4)=lastkeep(l,2);
        sumkeep(di,5) = sqrt((firstkeep(f,1)-lastkeep(l,1))^2+(firstkeep(f,2)-lastkeep(l,2))^2);
        l=l+1;
    end
    f=f+1;
end
[maxkeep,inde] = max(sumkeep(:,5));
maxpixel=[sumkeep(inde,1),sumkeep(inde,2),sumkeep(inde,3),sumkeep(inde,4)];
ax=maxpixel(1,1);
ay=maxpixel(1,2);

```

```

bx=maxpixel(1,3);
by=maxpixel(1,4);

%% Find center
centerearx = (maxpixel(1,1)+maxpixel(1,3))/2;
centereary = (maxpixel(1,2)+maxpixel(1,4))/2;

linx=[maxpixel(1,1),maxpixel(1,3)];% Center x
liny=[maxpixel(1,2),maxpixel(1,4)];% Center y

%% find perpendicular

M=(ay-by)/(ax-bx);
C=ay-(M*ax);

Cper=centereary-((-1/M)*centerearx);

%% Find angle45

Mang = (1+M)/(1-M)
Cang45=centereary-(Mang*centerearx);
Cang45l=centereary-((-1/Mang)*centerearx);

%% Find intersection
% Fide point under center 1 point
Y=0;
X=0;
for(pix=centerearx:bx)
    Y=Y+1;
    X=X+1;

```

```

lineY(Y,1)=int16((M*pix)+C);
lineX(X,1)=int16(pix);
[sizeX k]=size(lineX);
[sizeY l]=size(lineY);
end
x1=0;
for r1=3:sizeX-3
    if BW2(lineX(r1,1),lineY(r1,1))==1||...
        BW2(lineX(r1,1)+1,lineY(r1,1))==1||...
        BW2(lineX(r1,1)-1,lineY(r1,1))==1||...
        BW2(lineX(r1,1),lineY(r1,1)+1)==1||...
        BW2(lineX(r1,1),lineY(r1,1)-1)==1||...
        BW2(lineX(r1,1)-1,lineY(r1,1)-1)==1||...
        BW2(lineX(r1,1)+1,lineY(r1,1)-1)==1||...
        BW2(lineX(r1,1)-1,lineY(r1,1)+1)==1||...
        BW2(lineX(r1,1)+1,lineY(r1,1)+1)==1
    end
    x1=x1+1;
    keepX(x1,1)= lineX(r1,1);
    keepY(x1,2)= lineY(r1,1);
end
end

% Find point upper center 1 point
Y1=0;
X1=0;
for pix1=centerearx:-1:ax
    Y1=Y1+1;
    X1=X1+1;
end

```

```

lineY1(Y1,1)=int16((M*pix1)+C);
lineX1(X1,1)=int16(pix1);
[sizex1 k1]=size(lineX1);
[sizex1 l1]=size(lineY1);
end
x2=0;
for r2=3:sizex1-3
    if BW2(lineX1(r2,1),lineY1(r2,1))==1||...
        BW2(lineX1(r2,1)+1,lineY1(r2,1))==1||...
        BW2(lineX1(r2,1)-1,lineY1(r2,1))==1||...
        BW2(lineX1(r2,1),lineY1(r2,1)+1)==1||...
        BW2(lineX1(r2,1),lineY1(r2,1)-1)==1||...
        BW2(lineX1(r2,1)-1,lineY1(r2,1)-1)==1||...
        BW2(lineX1(r2,1)+1,lineY1(r2,1)-1)==1||...
        BW2(lineX1(r2,1)-1,lineY1(r2,1)+1)==1||...
        BW2(lineX1(r2,1)+1,lineY1(r2,1)+1)==1

        x2=x2+1;
        keepp1(x2,1)= lineX1(r2,1);
        keepp1(x2,2)= lineY1(r2,1);

    end
end

%Find point left of center
Yper=0;
Xper=0;
for pixper=int16(centereary):-1:int16(centereary)-100
    Yper=Yper+1;
    Xper=Xper+1;

```

```

lineXper(Xper,1)=int16((pixper-Cper)/((-1)/M));
lineYper(Yper,1)=int16(pixper);
[sizeexper k2]=size(lineXper);
[sizeyper l2]=size(lineYper);
end
x2=0;
for r2=3:sizeexper-15
    if BW2(lineXper(r2,1),lineYper(r2,1))==1||...
        BW2(lineXper(r2,1)+1,lineYper(r2,1))==1||...
        BW2(lineXper(r2,1)-1,lineYper(r2,1))==1||...
        BW2(lineXper(r2,1),lineYper(r2,1)+1)==1||...
        BW2(lineXper(r2,1),lineYper(r2,1)-1)==1||...
        BW2(lineXper(r2,1)-1,lineYper(r2,1)-1)==1||...
        BW2(lineXper(r2,1)+1,lineYper(r2,1)-1)==1||...
        BW2(lineXper(r2,1)-1,lineYper(r2,1)+1)==1||...
        BW2(lineXper(r2,1)+1,lineYper(r2,1)+1)==1

        x2=x2+1;
        keeper(x2,1)= lineXper(r2,1);
        keeper(x2,2)= lineYper(r2,1);
    end
end
[rkeeper ckeeper]=size(keeper);

%%Find point right of center
Yper1=0;
Xper1=0;
for pixper1=int16(centereary):int16(centereary)+50
    Yper1=Yper1+1;
    Xper1=Xper1+1;
end

```

```

lineXper1(Xper1,1)=int16((pixper1-Cper)/((-1)/M));
lineYper1(Yper1,1)=int16(pixper1);
[sizeXper1 k3]=size(lineXper1);
[sizeYper1 l3]=size(lineYper1);
end
x3=0;
for r3=3:sizeXper1-3
    if BW2(lineXper1(r3,1),lineYper1(r3,1))==1||...
        BW2(lineXper1(r3,1)+1,lineYper1(r3,1))==1||...
        BW2(lineXper1(r3,1)-1,lineYper1(r3,1))==1||...
        BW2(lineXper1(r3,1),lineYper1(r3,1)+1)==1||...
        BW2(lineXper1(r3,1),lineYper1(r3,1)-1)==1||...
        BW2(lineXper1(r3,1)-1,lineYper1(r3,1)-1)==1||...
        BW2(lineXper1(r3,1)+1,lineYper1(r3,1)-1)==1||...
        BW2(lineXper1(r3,1)-1,lineYper1(r3,1)+1)==1||...
        BW2(lineXper1(r3,1)+1,lineYper1(r3,1)+1)==1
        x3=x3+1;
        kepper1(x3,1)= lineXper1(r3,1);
        kepper1(x3,2)= lineYper1(r3,1);
    end
end

% %Find point angle 45 of center

Yang=0;
Xang=0;
%for pix=centerearx:ax
for pixang=centereary:-1:20
    Yang=Yang+1;

```

```

Xang=Xang+1;
lineXang(Xang,1)=int16((pixang-Cang45)/Mang);
lineYang(Yang,1)=int16(pixang);
[sizexang kang]=size(lineXang);
[sizeyang lang]=size(lineYang);
end
xang=0;
for rang=3: sizexang
    if BW2(lineXang(rang,1),lineYang(rang,1))==1||...
        BW2(lineXang(rang,1)+1,lineYang(rang,1))==1||...
        BW2(lineXang(rang,1)-1,lineYang(rang,1))==1||...
        BW2(lineXang(rang,1),lineYang(rang,1)+1)==1||...
        BW2(lineXang(rang,1),lineYang(rang,1)-1)==1||...
        BW2(lineXang(rang,1)-1,lineYang(rang,1)-1)==1||...
        BW2(lineXang(rang,1)+1,lineYang(rang,1)-1)==1||...
        BW2(lineXang(rang,1)-1,lineYang(rang,1)+1)==1||...
        BW2(lineXang(rang,1)+1,lineYang(rang,1)+1)==1
    end

    xang=xang+1;
    keepang(xang,1)= lineXang(rang,1);
    keepang(xang,2)= lineYang(rang,1);

end
end
[rkeepang ckeepang]=size(keepang);

%% Find point angle 135 of center

Yang1=0;
Xang1=0;

```



```

%for pix=centerearx:ax
for pixang1=centereary:-1:100
    Yang1=Yang1+1;
    Xang1=Xang1+1;
    lineXang1(Xang1,1)=int16((pixang1-Cang451)/(-1/Mang));
    lineYang1(Yang1,1)=int16(pixang1);
    [sizexang1 kang1]=size(lineXang1);
    [sizeyang1 lang1]=size(lineYang1);
end
xang1=0;
for rang1=3:sizexang1-30
    if BW2(lineXang1(rang1,1),lineYang1(rang1,1))==1||...
        BW2(lineXang1(rang1,1)+1,lineYang1(rang1,1))==1||...
        BW2(lineXang1(rang1,1)-1,lineYang1(rang1,1))==1||...
        BW2(lineXang1(rang1,1),lineYang1(rang1,1)+1)==1||...
        BW2(lineXang1(rang1,1),lineYang1(rang1,1)-1)==1||...
        BW2(lineXang1(rang1,1)-1,lineYang1(rang1,1)-1)==1||...
        BW2(lineXang1(rang1,1)+1,lineYang1(rang1,1)-1)==1||...
        BW2(lineXang1(rang1,1)-1,lineYang1(rang1,1)+1)==1||...
        BW2(lineXang1(rang1,1)+1,lineYang1(rang1,1)+1)==1
    end
    xang1=xang1+1;
    keepang1(xang1,1)= lineXang1(rang1,1);
    keepang1(xang1,2)= lineYang1(rang1,1);
end
end
[rkeepang1 ckeepang1]=size(keepang1);

%% Find ratio

```

```

AB=maxkeep;
AB1=sqrt((ax-bx)^2+(ay-by)^2);
OA=sqrt((ax-centerearx)^2+(ay-centereary)^2);
OB=sqrt((bx-centerearx)^2+(by-centereary)^2);
OC=sqrt((double(keepp1(1,1))-centerearx)^2+(double(keepp1(1,2))-centereary)^2);
OD=sqrt((double(keepp(1,1))-centerearx)^2+(double(keepp(1,2))-centereary)^2);
OE=sqrt((double(keeper1(1,1))-centerearx)^2+(double(keeper1(1,2))-centereary)^2);
OF=sqrt((double(keeper(1,1))-centerearx)^2+(double(keeper(1,2))-centereary)^2);
OG=sqrt((double(keeper(rkeeper,1))-centerearx)^2+(double(keeper(rkeeper,2))-
centereary)^2);
OH=sqrt((double(keepang(1,1))-centerearx)^2+(double(keepang(1,2))-centereary)^2);
OI=sqrt((double(keepang(rkeepang,1))-centerearx)^2+(double(keepang(rkeepang,2))-
centereary)^2);
OJ=sqrt((double(keepang1(1,1))-centerearx)^2+(double(keepang1(1,2))-centereary)^2);
OK=sqrt((double(keepang1(rkeepang1,1))-centerearx)^2+(double(keepang1(rkeepang1,2))-
centereary)^2);

ratioear1=[OA/AB,OB/AB,OC/AB,OD/AB,OE/AB,OF/AB,OG/AB,OH/AB,OI/AB,OJ/AB,OK/
AB];
%% Visualize the result.

figure(4),imshow(thin1),title('skel');

hold on
plot(ay,ax,'rH');% plot point of upper
plot(by,bx,'rH');% plot point of under
plot(centereary,centerearx,'rH');% plot point of center
plot(liny,linx);% line
plot(keepp(1,2),keepp(1,1),'rH');%plot intersect point under

```

```
plot(keeppl(1,2),keeppl(1,1),'rH');% plot intersect point upper
plot(keeper(rkeeper,2),keeper(rkeeper,1),'rH'); % plot intersect point center
plot(keeper(1,2),keeper(1,1),'rH');% plot intersect left point
plot(keeppl(1,2),keeppl(1,1),'rH');% plot intersect right point
plot(keepang(1,2),keepang(1,1),'rH');% plot intersect point angle 45 inner
plot(keepang(rkeepang,2),keepang(rkeepang,1),'rH');% plot intersect point angle 45 outer
plot(keepangl(1,2),keepangl(1,1),'rH');% plot intersect point angle 135 inner
plot(keepangl(rkeepangl,2),keepangl(rkeepangl,1),'rH');% plot intersect point angle 135 outer
hold off
```

ภาคผนวก ข

การเผยแพร่ผลงานวิทยานิพนธ์

การเผยแพร่ผลงานวิทยานิพนธ์

1. สุรสิทธิ์ อัยปัดฉาวงศ์, ศาสตรา วังศ์ธนวุธ, 2553, การสกัดคุณลักษณะสำคัญบนใบหูเพื่อใช้ในระบบบุคคลชีวมาตร (Ear-Based Feature Extraction for Biometric System), การประชุมวิชาการนานาชาติร่วมสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์และวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ครั้งที่ 7 (The 7th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering) หรือ JCSSE 2010, วันที่ 12 – 14 พฤษภาคม พ.ศ. 2553, มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย (หน้า 119 - 124).

การสกัดคุณลักษณะสำคัญบนใบหูเพื่อใช้ในระบบบุคคลชีวมาตร Ear-Based Feature Extraction for Biometric System

สุรสิทธิ์ อู่ย์ปัดมาวงศ์ และ ศาสตรา วงศ์ธนวุฒิ์

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

123 หมู่ 16 ถ.มิตรภาพ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002

E-mail : uy_surasit@hotmail.com¹, wongsar@kku.ac.th²

บทคัดย่อ

งานวิจัยเกี่ยวกับการระบุตัวบุคคล โดยใช้ใบหูในการรู้จำเป็นสิ่งใหม่และมีความน่าสนใจทั้งทางด้านประสิทธิภาพและลักษณะพิเศษของใบหู บทความนี้นำเสนอแนวคิดการหาตำแหน่งสำคัญของโครงสร้างใบหูทั้งขอบนอกและตำแหน่งภายในโดยใช้จุดตัดระหว่างเส้นขอบทั้งเส้นขอบนอกและเส้นขอบภายในมาเป็นตำแหน่งสำคัญจำนวน 12 ตำแหน่ง หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของจุดตัด รวมจำนวน 11 ค่า โดยทดลองกับฐานข้อมูลภาพถ่ายใบหูจาก University of Science and Technology Beijing (USTB) ขนาดของภาพ 300×400 จุดภาพ จำนวน 308 ภาพ เปรียบเทียบกระบวนการรู้จำโดยใช้ซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชชีน และโครงข่ายประสาทเทียม จากผลการทดลองพบว่าตัวแบบซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชชีน และโครงข่ายประสาทเทียมให้ความถูกต้องในการรู้จำเฉลี่ยใกล้เคียงกัน กล่าวคือ ร้อยละ 85.74 และ 81.58 ตามลำดับ แสดงให้เห็นความเป็นไปได้ในระบบบุคคลชีวมาตรโดยใช้ใบหูในการรู้จำ และเป็นแนวทางในการพัฒนาการสกัดลักษณะสำคัญบนใบหูสำหรับงานวิจัยอื่นต่อไป

คำสำคัญ: การหาตำแหน่งสำคัญ กระบวนการรู้จำ ซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชชีน โครงข่ายประสาทเทียม

Abstract

Ear-based recognition in biometric system is new in literature. There were a few papers has reported the progress up to date. This paper presents a method to deal with feature extraction on ear as biometric for being utilized in the recognition system. The proposed feature extraction method calculates 12 critical points and 11 ratios being use as parameters in the recognition system. A dataset consisting of 308 ear images with size 300×400 pixels archived at University of Science and Technology Beijing (USTB) is carried out throughout for experimentation purpose by using two comparative recognition models, namely, support vector machine (SVM) and artificial neural network (ANN). The experimental results show that SVM and ANN using the proposed feature extraction method provide the percentage of recognition accuracy rate at 85.74 and 81.58, respectively. This shows the possible and significant applications of biometric system using ear-based features, and encourages research to focus on ear for the recognition system.

Keyword: Feature extraction, Recognition, Support Vector Machine, Artificial Neural Network

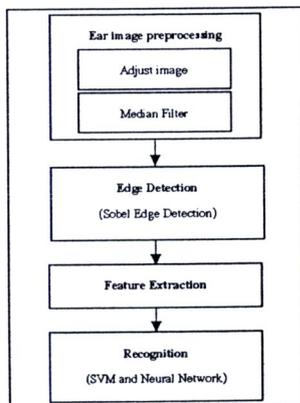
1. บทนำ

การรู้จำบุคคลชีวมาตรบนลักษณะพิเศษของบุคคล ได้มีการพัฒนาเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก ไบโอเป็นสิ่งที่ใหม่ที่มีความประสบความสำเร็จและมีข้อดีกว่าการใช้ชีวมาตรประเภทอื่นคือ ผู้ที่ต้องทำการระบุตัวบุคคลไม่จำเป็นต้องสัมผัสกับอุปกรณ์นำเข้าสู่ชีวมาตรนั้น ไบโอมีตำแหน่งสำคัญมากมาย มีโครงสร้างที่ไม่เปลี่ยนแปลงต่างจากใบหน้าที่สามารถเปลี่ยนรูปได้เมื่อมีการแสดงออกทางสีหน้า รวมทั้งอายุที่สูงขึ้น และมีขนาดเล็กกว่าใบหน้า ทำให้การประมวลผลมีความรวดเร็วกว่า [5]

บทความนี้ได้นำเสนอการหาตำแหน่งสำคัญของภาพถ่ายไบโอด้วยวิธีการใช้จุดตัดระหว่างเส้นขอบทั้งภายนอกและภายใน จากนั้นหาอัตราส่วนระหว่างจุดตัดนั้น เพื่อนำไปเข้าสู่กระบวนการรู้จำ บทความนี้แบ่งออกเป็น 4 ส่วน โดยส่วนต่อไปจะกล่าวถึงขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัยเป็นส่วนที่ 2 ส่วนที่ 3 กล่าวถึงผลการทดลองและส่วนสุดท้ายกล่าวถึงสรุปผลและแนวทางในอนาคต

2. ขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย

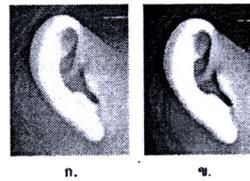
บทความนี้ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลักในการดำเนินการวิจัย คือ กระบวนการก่อนการประมวลผล ขั้นตอนการหาขอบภาพถ่ายไบโอ กระบวนการหาตำแหน่งสำคัญของภาพถ่ายไบโอ และกระบวนการรู้จำ ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย



ภาพที่ 1. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

2.1. ขั้นตอนก่อนการประมวลผล

ภาพถ่ายไบโอที่ใช้ในการทดลองเป็นภาพระดับสีเทา (Gray Scale) เพื่อให้การหาขอบภาพมีประสิทธิภาพมากที่สุด ต้องปรับระดับค่าสี (Adjust image) ในแต่ละจุดภาพให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ภาพที่ 2 เป็นการเปรียบเทียบการปรับระดับค่าสีดังกล่าว



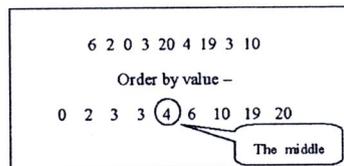
ภาพที่ 2. การเปรียบเทียบการปรับระดับค่าสีภาพถ่ายไบโอ ก. ภาพต้นฉบับ ข. ภาพหลังจากปรับระดับค่าสีแล้ว

เมื่อได้ระดับสีที่มีความชัดเจนแล้ว จะต้องกำจัดสิ่งรบกวนที่ไม่ใช่เส้นขอบของไบโอ (Noise) มีลักษณะเป็นจุดเล็ก ๆ กระจายอยู่ทั่วไปโดยใช้ตัวกรองแบบมัธฐานก่อนนำไปหาขอบภาพจากสมการ

$$Y(n) = med(x_{n-k}, x_{n-k+1}, \dots, x_n, \dots, x_{n+k}) \quad (1)$$

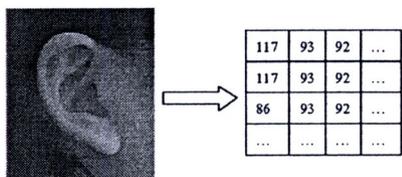
ตัวกรองแบบมัธฐานอาศัยหลักการดังนี้ [6]

- 1) การหามัธฐาน (Median) เกิดจากการเรียงข้อมูลตัวเลขจากน้อยไปมาก ค่ามัธฐานจะเป็นค่าตัวเลขที่อยู่กลางดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3. การหาค่ามัธฐานจากข้อมูลตัวเลข 6 2 0 3 20 4 19 3 10

2) จุดภาพ (Pixel) แต่ละจุดภาพจะมีค่าของสีโดยมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 225 (ในระดับสีขาว - ดำ) ซึ่ง 0 - สีดำ, 100 - สีเทา, 255 - สีขาว ดังภาพที่ 4 แสดงถึงในแต่ละจุดภาพของภาพ



ภาพที่ 4. รูปตัวอย่างค่าสีและจุดภาพในภาพ

ตัวกรองแบบมัลติฐานจะเป็นการพิจารณาที่จุดภาพหนึ่ง ๆ จากที่จุดภาพของตัวเองและจุดภาพข้างเคียง โดยจะเลือกค่ามัลติฐานของทีออกมากเป็นค่าของจุดภาพนั้น ๆ ซึ่งเราสามารถพิจารณาจากจุดภาพด้านข้างโดยใช้ขนาด $n \times n$ ดังภาพที่ 5 แสดงการทำตัวกรองแบบมัลติฐานแบบ 3×3

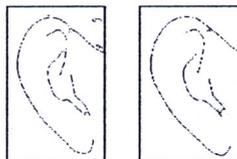
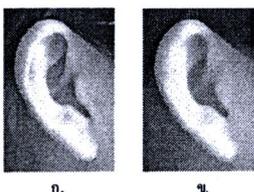
6	2	0
3	20	4
19	3	10

In order 0 2 3 3 (4) 6 10 19 20

*	*	*
*	4	*
*	*	*

ภาพที่ 5. การทำตัวกรองแบบมัลติฐานแบบ 3×3

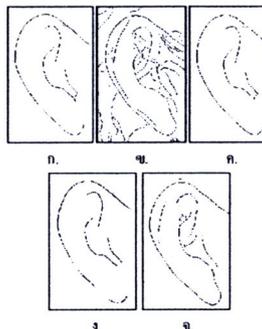
ในบทความนี้จุดภาพข้างเคียงได้กำหนดให้มีขนาด 20×20 จุดภาพ ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6. การทำตัวกรองแบบมัลติฐานขนาด 20×20
 ก. รูปต้นฉบับ ข. หลังจากทำตัวกรองแบบมัลติฐาน
 ก. รูปขอบภาพต้นฉบับ ง. รูปขอบภาพหลังจากทำตัวกรองแบบมัลติฐาน

2.2. ขั้นตอนการหาขอบภาพด้วยใบหู

หลังจากกำจัดสิ่งรบกวนในภาพด้วยใบหูแล้วได้ทำการทดลองหาขอบภาพด้วยวิธีการต่าง ๆ คือ โซเบล (Sobel method) แคนนี่ (Canny method) พรูวิต (Prewitt method) โรเบิร์ต (Roberts method) และลาปลาเซียนของเกาส์เซียน (Laplacian of Gaussian method) แสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7. ขอบภาพด้วยใบหูด้วยวิธีการต่าง ๆ ก. โซเบล (Sobel method) ข. แคนนี่ (Canny method) ค. พรูวิต (Prewitt method) ง. โรเบิร์ต (Roberts method) จ. ลาปลาเซียนของเกาส์เซียน (Laplacian of Gaussian method)

การทดลองได้เลือกเอาวิธีโซเบล เนื่องจากเส้นขอบที่ต้องการเหมาะสำหรับนำมาหาตำแหน่งสำคัญของภาพด้วยใบหูและจำนวนของสิ่งรบกวนมีน้อย โดยการหาขอบภาพด้วยวิธีของโซเบลเป็นวิธีหาขอบภาพแบบไม่เป็นเชิงเส้น สามารถเปลี่ยนแปลงค่าความไม่ต่อเนื่องได้ตามการปรับปรุงขอบ [7]

มีหลักการคือใช้เทมเพลตขนาด 3 × 3 สองเทมเพลต โดยเทมเพลตแรกจะใช้ค่าความแตกต่างในแนวนอน (Gx) และค่าความแตกต่างในแนวตั้ง (Gy) แสดงดังภาพที่ 8

-1	0	+1
-2	0	+2
-1	0	+1

ก.

+1	+2	+1
0	0	0
-1	-2	-1

ข.

ภาพที่ 8. เทมเพลตขนาด 3 × 3 ของวิธีโรเบิร์ต ก. เทมเพลตใช้ค่าความแตกต่างในแนวนอน ข. เทมเพลตใช้ค่าความแตกต่างในแนวตั้ง

จากนั้นใช้เทคนิค convolution ทำการหา gradient ทั้งแนวนอนและแนวตั้งโดยใช้ gradient จากสมการ

$$|G| = \sqrt{Gx^2 + Gy^2} \quad (2)$$

2.3. การคำนวณหาตำแหน่งสำคัญของใบหู

หลังจากได้เส้นขอบของใบหูแล้ว ตำแหน่งสำคัญของภาพถ่ายใบหูหาได้หลากหลาย บทความนี้นำเสนอวิธีการหาตำแหน่งสำคัญของใบหูโดยใช้เส้นขอบรอบนอกและเส้นขอบภายในใบหูเป็นจุดตัด ด้วยวิธีทางคณิตศาสตร์ดังนี้

1. คำนวณหาระยะห่างที่ยาวที่สุดระหว่างเส้นขอบใบหูรอบนอกด้านบนกับด้านล่าง จะได้จุด A และ B โดยใช้สูตรคือ

$$Max_{1 \leq i, j \leq n} (\sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}) \quad (3)$$

ดังภาพที่ 9 ได้สมการเส้นตรงคือ

$$y = mx + c \quad (4)$$

โดยที่ m คือความชันของเส้นตรงที่ได้จากสมการ

$$m = \frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)} \quad (5)$$

2. คำนวณหาจุดศูนย์กลางระหว่างจุด A และ B ได้จุด O โดยใช้สูตรคือ

$$x_0 = \frac{(x_1 + x_2)}{2} \quad (6)$$

$$y_0 = \frac{(y_1 + y_2)}{2} \quad (7)$$

เส้นตรง AB จะตัดจุด C และ D ซึ่งเป็นเส้นขอบภายในใบหู

3. คำนวณหาเส้นตั้งฉากกับเส้นตรง AB โดยตัดกันที่จุด O จะได้เส้นตรง GE ผ่านจุด F และจุด O ซึ่งจุดตัด G เป็นจุดตัดเส้นขอบรอบนอกใบหู โดยความชันได้จากสมการ

$$m1 = \frac{(-1)}{m} \quad (8)$$

4. คำนวณหาเส้นตัดเส้นตรง AB โดยทำมุม 45 องศา ตัดกันที่จุด O จะได้เส้นตรง IO ผ่านจุด H โดยความชันได้จากสมการ

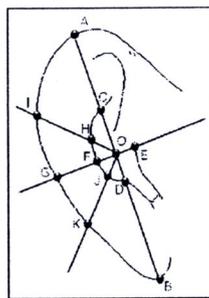
$$m3 = \frac{(1 + m)}{(1 - m)} \quad (9)$$

5. คำนวณหาเส้นตัดเส้นตรง AB ทำมุม 135 องศา ตัดกันที่จุด O จะได้เส้นตรง KO ผ่านจุด J จะได้จุดตัดทั้งหมด 11 จุด แสดง ดังภาพที่ 9 โดยความชันได้จากสมการ

$$m4 = \frac{-1}{m3} \quad (10)$$

6. คำนวณหาอัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นตรงที่ได้จากจุดตัดต่าง ๆ ดังนี้

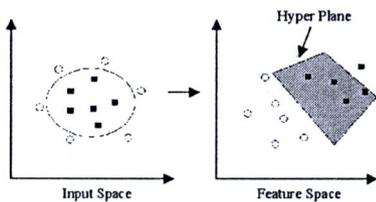
OA/AB คือ อัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นตรง OA กับเส้นตรง AB, OB/AB คือ อัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นตรง OB กับเส้นตรง AB, OC/AB คือ อัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นตรง OC กับเส้นตรง AB, OD/AB คือ อัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นตรง OD กับเส้นตรง AB, OE/AB คือ อัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นตรง OE กับเส้นตรง AB, OF/AB คือ อัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นตรง OF กับเส้นตรง AB, OG/AB คือ อัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นตรง OG กับเส้นตรง AB, OH/AB คือ อัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นตรง OH กับเส้นตรง AB, OI/AB คือ อัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นตรง OI กับเส้นตรง AB, OJ/AB คือ อัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นตรง OJ กับเส้นตรง AB, OK/AB คือ อัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นตรง OK กับเส้นตรง AB



ภาพที่ 9. การได้มาของตำแหน่งสำคัญของใบหู

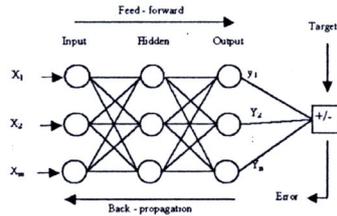
2.4 ขั้นตอนการรู้จำ

การทดลองได้เปรียบเทียบวิธีการรู้จำโดยใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และ โครงข่ายประสาทเทียม การใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ข้อมูลที่นำเข้ามาเป็นคุณลักษณะสำคัญของเวกเตอร์จะถูกแบ่งโดยใช้เส้น (Linear) ในกรณีที่ไม่สามารถแบ่งกลุ่มของข้อมูลได้ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนจะอาศัยการแปลงข้อมูลจากปริภูมิขาเข้า (Input space) ให้เป็นปริภูมิสถานะ (Feature space) ที่มีมิติสูงขึ้น ดังภาพที่ 10 ซึ่งจะทำการแปลงข้อมูลที่ใช้ในการเรียนรู้แบบไม่เชิงเส้นไปเป็นขนาด Feature space ผ่านเคอร์เนลฟังก์ชัน (Kernel function) รูปแบบการแบ่งกลุ่มข้อมูลใช้การเปรียบเทียบแบบหนึ่งต่อทั้งหมดที่เหนือเพื่อสอนให้ระบบรู้จำ เป็นการจำแนกข้อมูลระหว่างกลุ่มที่ต้องการเปรียบเทียบกับกลุ่มข้อมูลที่เหนือทั้งหมด [8] โดยใช้โปรแกรม Matlab 7.7.0 (R2008b) ในการทดสอบ



ภาพที่ 10. การแปลงข้อมูลจากปริภูมิขาเข้า (Input Space) เป็นมิติที่สูงขึ้น (Feature Space)

โครงข่ายประสาทเทียมใช้ข้อมูลชุดเดียวกันกับซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ใช้การเรียนรู้แบบแพร่ย้อนกลับ (Backpropagation Learning Algorithm) โดยใช้โปรแกรม Alyuda NeuroIntelligence ในการทดสอบ การทำงานในส่วนของการป้อนไปข้างหน้า เป็นการป้อนอินพุตที่ชั้นอินพุต กำหนดค่าเอาต์พุตในแต่ละชั้น จนกระทั่งถึงชั้นเอาต์พุต ให้นำผลลัพธ์ของข่ายงานไปหาความผิดพลาด โดยคำนวณผลต่างของผลลัพธ์กับค่าเป้าหมาย จากนั้นเป็นการทำงานในส่วนของการแพร่ย้อนกลับ โดยนำค่าความผิดพลาดย้อนกลับไปปรับค่าน้ำหนักในแต่ละชั้น ดังภาพที่ 11 เป็นองค์ประกอบการทำงานของข่ายงานแบบแพร่ย้อนกลับ



ภาพที่ 11. องค์ประกอบการทำงานของข่ายงานแบบแพร่ย้อนกลับ

3. ผลการทดลอง

ฐานข้อมูลที่น่ามาใช้ในการทดลองจาก University of Science and Technology Beijing (USTB) [1] ประกอบด้วยภาพใบหูข้างขวาจำนวน 308 ภาพ ขนาดภาพ 300 × 400 จุดภาพ ดังภาพที่ 12 ในการวัดประสิทธิภาพการทำงาน ประกอบด้วยค่าแห่งต่าง ๆ จำนวน 12 ค่าแห่ง จากนั้นได้คำนวณหาอัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นตรงที่ได้จากค่าแห่งนั้น ได้ค่าคงที่จำนวน 11 ค่า คือ OA/AB, OB/AB, OC/AB, OD/AB, OE/AB, OF/AB, OG/AB, OH/AB, OI/AB, OJ/AB และ OK/AB

การทดลองเปรียบเทียบกันระหว่างซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนใช้เคอร์เนลฟังก์ชันแบบลิเนียร์ โพลีโนเมียลและควอดราติก และ โครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้ชั้นซ่อน (Hidden Layer) จำนวน 1 ชั้น 6 โหนด 7 โหนด และ 8 โหนด แสดงได้ดังตารางที่ 1 ส่วนตารางที่ 2 แสดงด้วยอย่างผลการหาอัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นตรงที่ได้จากค่าแห่งของภาพถ่ายใบหู

ตารางที่ 1. ประสิทธิภาพการรู้จำของการทดลอง

SVM		Neural Network	
Kernel Functions	ร้อยละการรู้จำ	จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	ร้อยละการรู้จำ
Linear	81.16	6	81.6
Polynomial	87.32	7	81.57
Quadratic	88.73	8	81.58
ค่าเฉลี่ย	85.74		81.58

ตารางที่ 2. ตัวอย่างผลการหาค่าส่วนระหว่างตำแหน่งสำคัญ
ของภาพถ่ายใบหู

ใบหู	ใบหูที่ 1	ใบหูที่ 2	ใบหูที่ 3	ใบหูที่ 4
OA/AB	0.5	0.5	0.5	0.5
OB/AB	0.5	0.5	0.5	0.5
OC/AB	0.184365	0.093046	0.177137	0.196554
OD/AB	0.176063	0.107671	0.16235	0.208271
OE/AB	0.104636	0.060314	0.089968	0.036243
OF/AB	0.181083	0.094132	0.161432	0.113835
OG/AB	0.310618	0.279023	0.332709	0.26391
OH/AB	0.190291	0.129971	0.165773	0.127598
OI/AB	0.384134	0.385026	0.38884	0.36727
OJ/AB	0.139784	0.097253	0.120467	0.158654



ภาพที่ 12. ภาพถ่ายใบหูจากฐานข้อมูล USTB [3]

4. สรุปผลและแนวทางในอนาคต

บทความนี้นำเสนอแนวคิดวิธีการค้นหาตำแหน่งสำคัญของภาพถ่ายใบหู 2 มิติ โดยใช้จุดตัดระหว่างเส้นขอบภายนอกและภายในใบหูเป็นตำแหน่งที่สำคัญ 12 ตำแหน่ง จากนั้นหาอัตราส่วนระหว่างความยาวของเส้นตรงที่ได้จากตำแหน่งนั้นได้ 11 ค่า ประสิทธิภาพจากการทดลองให้ความถูกต้องในการ

รู้จำจากภาพจำนวน 77 ใบหู นำเข้าไปสู่กระบวนการรู้จำโดยใช้ตัวแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และ โคร่งข่ายประสาทเทียม ประสิทธิภาพในการรู้จำร้อยละ 85.74 และ 81.58 ตามลำดับ

แนวทางในอนาคต ผู้วิจัยมีความมุ่งหมายที่จะทดลองแนวความคิดนี้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จากนั้นนำผลที่ได้จากการระบุตำแหน่งสำคัญมาใช้งานเกี่ยวกับการระบุตัวบุคคลหรือการรู้จำในรูปแบบอื่นต่อไป

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] Ear Recognition Laboratory Homepage at University of Science & Technology Beijing (USTB). [online]. Available : <http://www.ustb.edu.cn/resb/en/index.htm>.
- [2] Hurley, D.J. et al. "A new force field transform for ear and face recognition" Image Processing, 2000. Proceedings. 2000 International Conference on Volume 1, 10-13 Sept. 2000, pp. 25 - 28.
- [3] Li et al. "Shape and Structural Feature Based Ear Recognition" Sinobiometrics 2004, LNCS 3338, pp. 663 - 670.
- [4] Li Yuan and Zhi-chun Mu, "Ear Recognition based on 2D Images" Biometrics: Theory, Applications, and Systems, 2007. BTAS 2007. First IEEE International Conference on 27-29 Sept. 2007, pp.1 - 5.
- [5] Lu Lu et al. "Ear Recognition Based on Statistical Shape Model" Innovative Computing, Information and Control, 2006. ICICIC '06. First International Conference on Volume 3, Aug. 30 2006-Sept. 1 2006, pp. 353 - 356.
- [6] Median Filter. [online]. Available : <http://www.cs.tau.ac.il/~turkel/notes/meanmed.pdf>
- [7] Sobel edge. [online]. Available : <http://www.roborealm.com/help/Sobel.php>
- [8] Zhi-Feng Hao, Bo Liu and Xiao-Wei Yang, "A Comparison of multiclass support vector machine algorithms". In Proceedings of the fifth International Conference on Machine Learning Cybernetics, Dalian, August 13 - 16, 2006, pp. 4221 - 4226.



ประวัติผู้เขียน

นายสุรสิทธิ์ อุ้ยปัดฉาววงศ์ เกิดเมื่อวันที่ 14 ตุลาคม พุทธศักราช 2527 ณ อำเภอกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เมื่อปีการศึกษา 2549 และในปีการศึกษา 2550 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สามารถติดต่อได้ที่

ที่อยู่ 228 หมู่ 3 ต.นาแต่ อ.คำตากล้า จ.สกลนคร รหัสไปรษณีย์ 47250

โทรศัพท์ 08 9937 6088

E-mail uy_surasit@hotmail.com, piw108@hotmail.com

