

உயிரியளவு

தொழில்நுட்பத்தின் கோட்பாடுகளும் அதன் பயன்பாடுகளும் - ஒரு பார்வை

முனைவர் தாமோதரன் நெடுமாரன்

மையக்கருவியாக்கம் மற்றும் சேவை ஆய்வகம்

சென்னைப் பல்கலைக்கழகம், கிண்டி வளாகம், சென்னை - 600 025.

dnmaran@gmail.com, dnmaran@yahoo.com

பொழிப்பு : இக்கட்டுரை, உயிரியளவுகள் தொழில்நுட்பத்தின் செயல்முறை, வகைகள், மேம்பாடுகள் மற்றும் பயன்பாடுகள் குறித்த அடிப்படை அறிவும், தெளிவும் வேண்டும் என்ற நோக்கில் படைக்கப்பட்டது.

1. தொடக்கம்

உயிரியளவுகள் (Biometrics) என்பது மனிதர்களின் உள்ளார்ந்த (intrinsic) உடலியல், உயிரியல், நடத்தை, தோற்றங்கள், மற்றும் பழக்கம் சார்ந்த பண்புகளை கொண்டு ஒருவரை அடையாளம் காணும் முறையாகும் [1, 2]. இதனை, திருவள்ளூர் குறிப்பறிதல் [3] என்ற அதிகாரத்தில் பின்வருமாறு கூறுகிறார்.

கூறாமை நோக்கி குறிப்பு அறிவான் எஞ்சான்றும்
மாறா நீர்வையக்கு அணி. - குறள் #701

குறிப்பின் குறிப்பு உணர்வாரை உறுப்பினுள்
யாது கொடுத்தும் கொளல்! - குறள் #703

குறிப்பின் குறிப்பு உணரா ஆயின் உறுப்பினுள்
என்ன பயத்த வேகண்? - குறள் #705

அடுத்தது காட்டும் பளிங்குபோல் நெஞ்சம்
கடுத்தது காட்டும் முகம். - குறள் #706

உயிரியளவுகள் என்பது தகவல் தொழில்

நுட்ப துறையில் தொடர்ந்து மிக முக்கிய பங்காற்றி கொண்டிருக்கிறது. இருபத்தி ஒன்றாம் நூற்றாண்டில், உயிரியளவிகள் ஒருவரின் அடையாளத்தை குழப்பத்திற்கு இடமின்றி, தன்னிச்சையாக, தனித்தன்மை கெடாமல், பாதுகாப்பாக மற்றும் துல்லியமாக அடையாளம் காணுவதில் பிற தொழில்நுட்பங்களை காட்டிலும் சிறந்தது என்பதை அத்துறையில் நடக்கும் ஆராய்ச்சி மற்றும் அபிவிருத்திகளில் இருந்து உணர்ந்து மற்றும் ஊகித்து கொள்ள முடிகிறது.

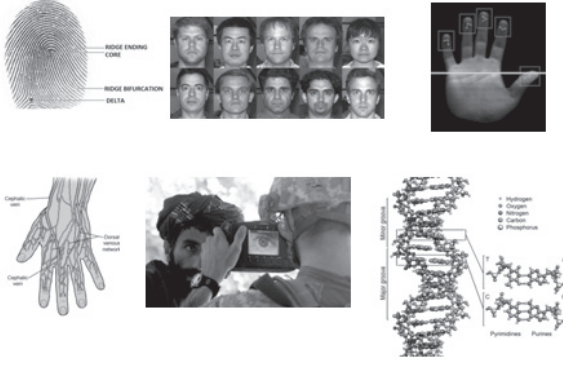
உயிரியளவுகளை இரண்டு வகைகளாக பிரிக்கலாம்:

1. உடற்கூறு பண்புகளான விரல்ரேகை, கைரேகை, உள்ளங்கை நரம்புகள், முகம், டிஎன்ஏ, கை வடிவியல், கருவிழி அடையாளம், விழித்திரை, மணம்/வாசனை மற்றும் பல முறைகள்.

2. நடத்தை சார்ந்த பண்புகளான தட்டச்சு செய்யும்விதம், கையெழுத்துப் பாணி, நடை, குரல் மற்றும் பல முறைகள்.

சில முக்கியமான உயிரியளவு தொழில்நுட்பத்தின் வகைகளையும் அவற்றின் தன்மைகளையும் பின்வரும் அட்டவணை 1 காணலாம்.

வ. எண்	உயிரியளவு	தன்மைகள்/அம்சங்கள்
1	முகம் [4, 5]	கண்கள், மூக்கின் அகலம், தாடை எலும்பின் நிலை, தாடை வரி, கன்னம், தனித்த வடிவம், முறை முதலியவை.
2	கை வடிவியல் [6-9]	கை மற்றும் விரல்களின் பிணைப்புப் பண்புகள், கை வரியின் முடிவு, கை வரிகளின் கிளைகள்.
3	கண் / கருவிழி [10]	கண்ணில், விழித்திரை நுண்துகள்களின் வடிவத்தின் அடையாளம், வண்ண வட்டங்கள், உரோமங்கள், கண்ணீர் குழாய்களின் அமைப்பு மற்றும் திசுக்களின் மண்டலங்கள் ஆகியவை முக்கியமான அம்சங்களாகும்.
4	குரல் [11-17]	ஒரு நபரின் குரல் பல குணாதிசயங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டது, இதில் சுருதி, தொனி மற்றும் லயர்னக்ஸின் வடிவம் ஆகியவை அடங்கும்.
5	பாவனைகள் [18-24]	சிலதனித்துவமானபாவனைகளின் அடையாளம்காணல், எ.கா., அடையாளம், நடையுடைய பாணி, நோயியல், ஒருங்கிணைந்தசுழற்சி இயக்கங்கள் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் மனிதனால் ஏற்படும் இடம்பெயருதல்.
6	காது [25-29]	மனிதக் காதுகளின் வடிவங்களும், பண்புகளும் அங்கீகாரத்திற்கு பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
7	கையெழுத்து [30-34]	கையெழுத்தின் போது வேகம், முடுக்கம் வீதம், கீரல்நீளம் மற்றும் அழுத்தம் உள்ளிட்ட ஒரு கையெழுத்து கையேட்டின் பகுப்பாய்வு.
8	பல் [35-39]	பல் வடிவங்கள் மற்றும் அவற்றின் வரிசை நிலைகள் ஆகியவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்ட கதிரியக்க பல்மயமான படங்களைக் கொண்டு கண்டறியும் முறையாகும்.
9	கை அச்சு[40-45]	முதன்மைக் கோடுகள் அம்சங்கள் முதன்மை கோடுகள்) (இடம் மற்றும் உருவாக்கம், சுருக்கம் அம்சங்கள் (மெல்லிய மற்றும் அதிக ஒழுங்கற்ற சுருக்கங்கள்), டெல்டா புள்ளி அம்சங்கள் விரல் வேர் உள்ள டெல்டா) புள்ளிகள் அமைந்துள்ளபகுதி மற்றும் (முக்கிய புள்ளிகளின் அம்சம்)கை அச்சுகளின் முதன்மை கோடுகள்.(
10	கை இரத்த நாளங்கள் [46, 47]	கையில் பின்னால் உள்ள இரத்த நாளங்களின் தனிப்பட்ட வகைகளை ஆராய்ந்து ஒப்பிடுதல்.
11	கைரேகை [48, 49]	விரல்களில் வரி (ரிட்ஜ்)வகைகள் தனி நபர்களை அடையாளம் காட்டுகின்றன.
12	டிஎன்ஏ [50]	டி ஏ.என்.அமைப்பு ஒரு தனிநபரின் அடையாளத்தை அங்கீகரிப்பதற்காக பயன்படுத்தப்படுகிறது.

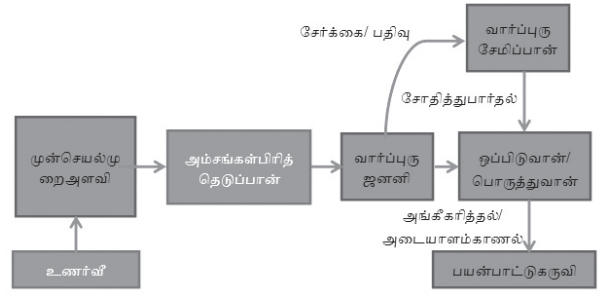


படம் 1: உடலியல் சார்ந்த உயிரியளவுகளின் அமைப்புகள்.

அடையாள நோக்கத்திற்காக பயன்படுத்தப்படும் முக்கியமான உயிரியளவுகள் சிலவற்றை படம் 1 காட்டுகிறது. இந்த உயிரியளவு தொழில் நுட்பங்களில், கைரேகை என்பது ஒரு பழைய, எளிமையான, நிறுவப்பட்ட மற்றும் பல்துறை நுட்பம் கொண்ட, ஒரு தனி நபரை அடையாளம் காண பயன்படும் உயிரியளவு தொழில்நுட்பமாகும். உயிரியளவுகளில், விரல் ரேகை (Finger prints) நூறாண்டுக்களுக்கும் மேலாக ஒருவரை அடையாளம் காண்பதற்கு பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. எனவே, விரல் ரேகை அடையாளம் (Fingerprint Identification) மிகவும் நன்கு அறியப்பட்ட மற்றும் பயன்படுத்தப்பட்ட உயிரியளவுகளில் ஒன்றாகும். இந்தத் துறை சம்பந்தமான அடிப்படைகள், தொழில் நுட்பத் தகவல்கள், ஆராய்ச்சிகள் மற்றும் மேம்பாடு களைத் பற்றி இந்த கட்டுரையில் கண்போமாக.

2. உயிரியளவுகள் அடையாளத்தின் அடிப்படைக் கோட்பாடு

அனைத்து உயிரியளவுகள் பயன்பாடு மற்றும் முக்கியத்துவம் அதனின் பொது தன்மை (Universality), தனித்தன்மை (Distinctiveness), விவரம் சேகரிக்கும் தன்மை (Acquisition method), செயல்திறன் (Efficiency), நிலைத் தன்மை (Permanance), ஏற்கும் தன்மை (Acceptability), துல்லிய அளவைதன்மை (Accuracy), அணுகும்தன்மை (Accessibility), நிகழ் நேர அணுகல் (real-time access) மற்றும் செலவு திறன் (cost-effectiveness) போன்ற காரணிகளை பொருத்து வேறுபடுகிறது [51]. ஒரு உயிரியளவு கருவியின் செயல்படும் முறையினை படம் 2 மூலம் நாம் அறிந்துணரலாம்.



படம் 1.2: உயிரியளவுகள் கருவி செயல்படும் முறை.

உயிரியளவுகள் கருவியின் முதல் உறுப்பு உணர்வீ (Sensor) ஆகும். இந்த உணர்வீ, உயிரியளவு கருவியின் செயல்முறையை பொருத்து வேறுபடுகிறது [52]. எடுத்துக்காட்டாக, விரல் ரேகை உயிரியளவு கருவியில், ஒளிவருடி (optical scanner) அல்லது அழுத்த உணர்வீ (Pressure sensor) அல்லது மின்தேக்கி உணர்வீ (Capacitance sensor) பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த உணர்வீயானதுதான் செயல்படும் முறையினை பொறுத்து மின்னணு சமிக்ஞையை (electronic signal) உற்பத்தி செய்கிறது. இந்த சமிக்ஞை உணர்வீயிலிருந்து உற்பத்தியாகும் போது, குறைந்த அளவு வீச்சிலும் (low-amplitude), தேவையில்லாத/பயன்படாத சமிக்ஞைகளான மின்னணு சத்தங்களும் (electronic noise), தொல்லை தரும் சமிக்ஞைகளும் (artifacts) மற்றும் சமிக்ஞை இழப்புகளும் (signal loss) தன்னகத்தே கொண்டுள்ளது. இதனை சரிசெய்ய முன் செயல்முறை அளவி (pre-processing unit) என்ற பகுதி பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது தேவையான சமிக்ஞைகளின் வீச்சினை அதிகப்படுத்தவும், தேவையில்லாத சமிக்ஞைகளை நீக்கவும் உதவுகிறது. இதன் பின், சமிக்ஞையிலிருந்து முக்கிய அம்சங்கள் / பண்புகள் (Features) கணிதவியல் முறைகளைப் (mathematical methods) பயன்படுத்தி பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. பிரித்தெடுக்கப்பட்ட அம்சங்களிலிருந்து நவீன கணித முறைகளை கொண்டு ஒரு வார்ப்புரு (Template) உருவாக்கப்படுகிறது. இந்த பிரித்தெடுக்கப்பட்ட வார்ப்புரு தான் ஒருவரின் அடையாளமாக தரவுத் தளத்தில் (Database) பதிவு செய்து (Enrolment/Registration) சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. உபயோகிப்ப

பாளர் ஒவ்வொரு முறையும் பயன்பாட்டு கருவியை (Application Device) பயன்படுத்தும் போது, மேற்கண்ட முறையில் புதிதாக வார்ப்புருவை உருவாக்கி அதனை சேமித்து வைக்கப்பட்ட வார்ப்புருவுடன் பொருத்தி (Matching) பார்க்கப்படுகிறது. இரண்டு வார்ப்புருவும் பொருந்தும் பட்சத்தில், பயன்பாட்டு கருவி உபயோகிப்பாளரை அடையாளம் கண்டு, உறுதி செய்து அனுமதிக்கிறது. பொருந்தாத பட்சத்தில் உபயோகிப்பாளர் நிராகரிக்கப்படுகிறார்.

உயிரியளவுகள் கருவிகளின் அல்லது முறைகளின் செயல்திறனை பின்வரும் மூன்று விதமான முக்கிய அளவீடுகளை கொண்டு கண்டறியலாம்.

1. தவறு மறுப்பு விகிதம் (False Rejection Ratio): ஒரு உயிரியளவி கருவியின்வார்ப்புரு, தரவுத் தளத்தில் சேமித்து வைக்கப்பட்ட அதன் சரியான வார்ப்புருவுடன் பொருந்தாததின் நிகழ்தகவு ஆகும்.

2. தவறு ஏற்பு விகிதம் (False Acceptance Ratio): ஒரு உயிரியளவி கருவியின் வார்ப்புரு, தரவுத் தளத்தில் சேமித்து வைக்கப்பட்ட வேறொரு வார்ப்புருவுடன் தவறாக பொருந்துவதின் நிகழ்தகவு ஆகும்.

3. குவிதல் பகுதி (Region of Convergence): ஒரு உயிரியளவி கருவியின் தவறு மறுப்பு விகிதம் மற்றும் தவறு ஏற்பு விகிதத்தின் காட்சி வகைக் குறி ஆகும். இது அந்த கருவிக்கான

உகந்த செயல் திறனை கண்டுபிடிக்க உதவுகிறது.

3. உயிரியளவுகள் அடையாளத்தின் பன்முகத் தன்மை

உயிரியளவுகள் அடையாள அமைப்பு (Biometrics Identification System) மற்றும் அதன் செயல்திறன் பல துறை சார்ந்த தொழில்நுட்ப மேம்பாடுகளை பொருத்து அமைகிறது. அவையாவன, கணினி தொழில்நுட்பம் (Computer technology), தகவல் தொழில்நுட்பம் (Information technology), இலக்கியல் சமிக்ஞை செயலாக்கம் (Digital Signal Processing), இலக்கியல் படிம செயலாக்கம் (Digital Image Processing), உணர்வீ தொழில்நுட்பம் (Sensor Technology), ஒளியியல் தொழில்நுட்பம் (Optical technology), மின்னணு தொழில்நுட்பம், பொருள் அறிவியல் தொழில்நுட்பம் (Material Science Technology), குறைக் கடத்தி தொழில்நுட்பம் (semiconductor technology), நினைவக தொழில்நுட்பம் (Memory technology), மீகட்டுமான தொழில்நுட்பம் (Microfabrication technology), உரையீட்டு தொழில்நுட்பம் (Packaging Technology) மற்றும் பிற தொழில்நுட்ப வளர்ச்சிகள் ஆகும் [53]. உயிரியளவுகள் கருவிகளில், பல துறை சார்ந்த தொழில்நுட்ப பங்களிப்பினை பின்வரும் அட்டவணை 2 லிருந்து அறியலாம்.

அட்டவணை 2: உயிரியளவுகருவிகளில் பல்துறை தொழில்நுட்பத்தின்பங்களிப்பு

வ. எண்.	உயிரியளவுகள் வகை	உணர்வீ தொழில்நுட்பம்	முன்செயல்முறை தொழில்நுட்பம்	சேர்க்கை மற்றும் அங்கீகார தொழில்நுட்பம்
1	விரல் ரேகை	ஒளியியல், குறைக்கடத்தி, கேளா ஒலியலைகள்	இலக்கியல் படிம செயலாக்கம்	சிக்கலான கணித முறைகள் (Complex Mathematical Methods), புள்ளியியல் முறைகள் (Statistical Methods).
2	முக அமைப்பு	ஒளியியல், குறைக்கடத்தி, அகச்சிவப்பு	இலக்கியல் படிம செயலாக்கம்	சிக்கலான கணித முறைகள், புள்ளியியல் முறைகள்
3	கருவிழி	ஒளியியல், குறைக்கடத்தி, அகச்சிவப்பு	இலக்கியல் படிம செயலாக்கம்	சிக்கலான கணித முறைகள், புள்ளியியல் முறைகள்
4	கை அச்ச	ஒளியியல், குறைக்கடத்தி	இலக்கியல் படிம செயலாக்கம்	சிக்கலான கணித முறைகள், புள்ளியியல் முறைகள்
5	கைவடிவியல்	ஒளியியல், குறைக்கடத்தி	இலக்கியல் படிம செயலாக்கம்	சிக்கலான கணித முறைகள், புள்ளியியல் முறைகள்
6	வாசனை	இரசாயனவாயு உணர்	இலக்கியல் படிம செயலாக்கம்	சிக்கலான கணித முறைகள்,

நுண் மின்னணு இயந்திரவியல் ஒருங்கியம் தொழில்நுட்பம் (Microelectro Mechanical System (MEMS Technology)), மீநுண் அறிவியல் மற்றும் மீநுண் தொழில்நுட்பத்தின் (Nanoscience and Nanotechnology) பயனாக, உயிரியளவு கருவிகளின் பாகங்களை மீநுண் (Nano) அளவிற்குச் சிறியதாகவும், செயல்திறனை துல்லியமாகவும், செயல்வேகத்தை மீநுண் நொடி (Nano second) அளவிற்கும் மேம்படுத்த முடியும் என்று நிகழ்கால உயிரியளவுகள் கருவியியல் ஆராய்ச்சி தெளிவுபடுத்தி இருக்கிறது. எனவே, உயிரியளவு கருவிகளின் வளர்ச்சி மற்றும் மேம்பாடு என்பதனை பல்துறை சார்ந்த வளர்ச்சியாகவே கருத வேண்டும்.

4. உயிரியளவுகள் அடையாளத்தின் பயன்பாடு

உயிரியளவுகள் தற்போது, வணிக பரிமாற்றம், அடையாளம் அறிதல் மற்றும் கணினி கடவுச் சொல்லாக பயன்படுத்தப் படுகிறது. தற்சமயம், உலக நாடுகள் பலவும் உயிரியளவுகள் முறைகளை பல்வேறு துறைகளில் பயன்பாட்டுக்கு கொண்டுவர முனைப்புடன் செயல்படுகின்றன என்பதை பின்வரும் உதாரணங்களிலிருந்து அறிந்து கொள்ளலாம்.

1. அமெரிக்கா: வணிகப் பரிமாற்றம், அடையாள அட்டை, குடியரிமை, குடி நுழைவு மற்றும் கடவுச்சீட்டு போன்றவற்றில் உயிரியளவுகள் தொழில் நுட்பத்தை பயன்படுத்தி வருகிறது.

2. ஜெர்மனி: இ-பாஸ் என்ற உயிரியளவுகள் தொழில்நுட்பத்தை கொண்டு இயங்கும் கடவுச்சீட்டை தனது குடி மக்களுக்கு வழங்கியுள்ளது.

3. ஜெர்மனி மற்றும் அமெரிக்கா போன்ற நாடுகள் விசா என்ற குடி நுழைவு அனுமதி வழங்க கைரேகை அச்ச மற்றும் விழித்திரை பதிவு ஆகியவற்றையன்படுத்துகிறது.

4. இந்தியா, ஆதார் அட்டை, ஓட்டுனர் உரிமம் மற்றும் கடவுச்சீட்டு வழங்க கைரேகை, முக அமைப்பு மற்றும் விழித்திரை பதிவு போன்ற உயிரியளவுகளை சேகரித்து, அதனைத் தரவு தளத்தில் இரகசியமாக பாதுகாத்து வருகிறது.

5. 2004 ஆம் ஆண்டு கிரீசில் நடைபெற்ற ஒலிம்பிக் விளையாட்டு போட்டியில், பார்வையாளரை அனுமதிக்க, உயிரியளவுகள் அடையாள அட்டை பயன்படுத்தப்பட்டது.

6. பிரேசில்: கையெழுத்து, புகைப்படம் மற்றும் கைரேகை போன்ற உயிரியளவுகளை சேகரித்து கடவுச்சீட்டு வழங்குகிறது.

7. ஜப்பான்: விரல் நரம்பு மற்றும் உள்ளங்கை நரம்பு போன்ற உயிரியளவுகளை வங்கி பரிவர்த்தனைக்குப் பயன்படுத்துகிறது.

8. இங்கிலாந்தில் கைரேகைகள் பள்ளிகளில் குழந்தைகளின் உணவு பரிவர்த்தனைக்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

9. ஆஸ்திரேலியா, உயிரியளவுகள் சார்ந்த தனி குடியரிமை குறியீட்டு முறையை அறிமுகப்படுத்தி இருக்கிறது.

10. கனடா, குடியரிமை மற்றும் குடி நுழைவு சேவைகளில் உயிரியளவுகள் தொழில் நுட்பத்தை பயன்படுத்தி வருகிறது.

அடையாள அட்டை, கடவுச் சொல் போன்றவை தவற விடுவதற்கோ, மறப்பதற்கோ அல்லது திருடுவதற்கோ வாய்ப்பு உள்ளது. மேலும், இவற்றை மறக்காமல் இருக்க குறிப்பு எடுக்க வேண்டியுள்ளது. ஆனால், உயிரியளவுகள் கடவுச் சொல்லை குறிப்பு எடுக்கவோ, ஞாபகம் வைத்திருக்கவோ தேவையில்லை. உயிரியளவுகள் பயன்பாட்டில் பல நன்மைகள் இருந்த போதும், உயிரியளவுகள் சார்ந்த அனுமதி உபயோகிப்பாளரின் உயிருக்கும், உடமைக்கும் மற்றும் பாதுகாப்பிற்கும் சவாலாக அமைய வாய்ப்பிருக்கிறது என்று உலக நாடுகள் அச்சம் அடைந்திருக்கின்றன.

5. உயிரியளவுகளின் சமீபத்திய போக்குகள்

முகஏற்பு (Facial Recognition) உயிரியளவுகள் வங்கி பரிமாற்றங்களை அங்கீகரிப்பதற்காக மொபைல் வங்கி சேவையில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதனின் பாதுகாப்பை மேம்படுத்த முப்பரிமாண (3D-Three Dimensional) முகஏற்பு முறையை செயல்படுத்த,

சமீபத்திய வளர்ச்சிகளான முகவடிவம், கண், கன்னம் மற்றும் மூக்கு போன்ற வரையறைகளின் தனித்துவமான பண்புகளை, உணர்வீக்களை பயன்படுத்தி தகவல்கள் சேகரிக்கப்பட்டு, அடையாளம் காண்பதை மேலும் உறுதிப்படுத்தி இருக்கிறார்கள். கனடாவில், சில உயிரியளவுகள் நிறுவனங்கள் ஒருவரின் இதயத் துடிப்பை அளக்கமணிக்கட்டில் அணியக் கூடிய கருவியை பயன்படுத்தி வங்கிகளில் பண பரிவர்த்தனைக்கு பயன்படுத்துகிறார்கள். தொடர்பற்ற உயிரியளவுகள் முறைகளை (Contactless Biometrics) அமெரிக்க, ஜெர்மனி மற்றும் ஜப்பான் போன்ற நாடுகள் பயன்படுத்த திட்டமிட்டு இருக்கிறார்கள். இந்தமுறை உயிரியளவுகள் எடுக்கும்போது, உபயோகிப்பாளரின் சுகாதாரத்தை உறுதி செய்யும் என்று நம்பப்படுகிறது.

எதிர்காலத்தில், விரல் ஸ்கேன் மூலம் இரத்த அணுக்களை பயன்படுத்தி டிஎன்ஏ வரிசையிலிருந்து (DNA Sequence) அடையாளம் கண்டுபிடிக்க ஒரு சாதனம் கொண்டு வரும் முயற்சியும் நடைபெற்று கொண்டிருக்கிறது. இது, பொய்யான அடையாள ஆவணங்கள், கடன் அட்டை மோசடிகள் மற்றும் திருட்டு அடையாள பிரதிகளைப் பயன்படுத்துவது சாத்தியமற்றது என்ற நிலையை அடைய உதவும் என உயிரியளவிகள் தொழில்நுட்ப ஆராய்ச்சியாளர்கள் நம்புகிறார்கள். குரல் அச்சின் (Voice print) மூலம் அதிர்வெண் மதிப்பு (Frequency Estimation), மறைக்கப்பட்ட மார்கோவ் மாதிரிகள் (Hidden Markov Models), பொருத்தும் மாதிரி வழிமுறைகள் (Pattern Recognition), நரம்பியல்

வலையமைப்புகள் (Neural Networks) மற்றும் காஸியன் கலவை மாதிரிகளை (Gaussian Mixture Models) கணக்கிட்டு, அவை கடத்தல்கள் மற்றும் ஏனைய குற்றவாளிகளை, துரிதமாகவும் மற்றும் துல்லியமாகவும் கண்டுபிடிக்க, ஆராய்ச்சியாளர்கள் முயற்சி மேற்கொண்டிருக்கிறார்கள். துல்லியம், பயன்பாடு மற்றும் தவறான பயன்பாட்டை முறியடிக்கும் தொழில்நுட்பத்தை மேம்படுத்த பன்முக உயிரியளவுகளை (Multimodal Biometrics) பயன்படுத்த திட்டமிட்டு இருக்கிறார்கள் [54]. ஆகவே, 2016 ஆண்டில் உலக உயிரியளவுகள் தொழில்நுட்பத்தின் வளர்ச்சி 21.5 சதவிகிதம் (\$11229.3 மில்லியன்) (கூட்டுஆண்டு வளர்ச்சிவிகிதம்-Compound Annual Growth Rate (CACR)) இருக்கும் என எதிர்பார்க்கப்படுகிறது.

6. முடிவுரை

தற்பொழுது, உயிரியளவுகள் தொழில்நுட்பம் வணிகபரிவர்த்தனை, ஆள் அறிதல், வங்கி பரிவர்த்தனை, கடவுச்சீட்டு, ஓட்டுனர் உரிமம் மற்றும் ஆதார் அட்டை போன்ற இன்றியமையாத ஆவணங்களில் பயன்படுத்தி, நம் அன்றாட பணிகளை துரிதமாகவும், பாதுகாப்பாகவும் நிறைவேற்றி வருகிறோம். எனவே, இக்கட்டுரை உயிரியளவுகள் தொழில்நுட்பத்தின் அடிப்படை செயல்முறை, பல்துறை பயன்பாடு, மற்றும் இத்துறையில் நிகழ்ந்த சமீபத்திய மேம்பாடுகள் குறித்து அனைவரும் அறியும்வண்ணம் மேற்கொண்ட ஒரு சிறு முயற்சியாகும். எனவே, நாம் அனைவரும் இதனை படித்துணர்ந்து பயன்பெறுவோமாக.

மேற்கோள்கள் :

1. Jain A. K., Bolle R. and Pankanti S., Biometrics: Personal Identification in Networked Society, Kluwer Academic Publishers, 1999.
2. Wayman J. L., Fundamentals of Biometric Authentication Technologies, International Journal of Image and Graphics, 2001, Vol.1, No.1, pp.93-113.
3. Thirukkural, kurals:#701, #703, #705, #706. Translation in English by Rev. Dr. G. U. Pope
4. Heo J., Savvides M., Abiantum R., Xie C. and Vijayakumar B. V. K., Face Recognition with Kernel Correlations Filters on a Large Scale Database, Proceedings of the International conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, 2006.
5. Ln J., Plataniotis K.N. and Venetsanopoulos A.N., Face Recognition Using LDA-Based Algorithms, IEEE Transactions on Neural Networks, 2003, Vol.14, No.1, pp.195-200.

6. Gonzalez S., Travieso C. M., Alonso J. B. and Ferrer M.A., Automatic Biometric Identification System by Hand Geometry, Proceedings of the 37th Annual International Carnahan Conference on Security Technology, 2003, pp.281-284.
7. Jain A. K., Ross A., and Pankanti S., A Prototype Hand Geometry Based Verification System, Proceedings of the 2nd International Conference on Audio video based Biometric Personal Authentication (AVBPA), 1999, pp.166-171.
8. Sanchez-Reilo R., Sanchez-Avila C. and Gonzales-Marcos A., Biometric Identification Through Hand Geometry Measurements, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, October 2000, Vol.22, No.10, pp.1168-1171.
9. Vacca J. R., Biometric Technologies and Verification Systems, Elsevier, 2007.
10. Bowyer K. W., Hollingsworth K. and Flynn P. J., Image Understanding for Iris Biometrics: A Survey, Technical Report, CSE, University of Notre Dame, Computer Vision and Image Understanding, 2008, Vol.110, No.2, pp.281-307.
11. Rose P., Forensic Speaker Identification, CRC, First Edition, 2002
12. Brummer N. and Preez J. d., Application-Independent Evaluation of Speaker Detection, Computer Speech and Language, 2006, Vol.20, pp.230-275.
13. Voice Biometrics Conference, <http://www.voicebiocon.com>.
14. Adami A. G., Mihaescu R., Reynolds D.A. and Godfrey J. J., Modeling Prosodic Dynamics for Speaker Recognition, Proceedings of IEEE International Conference on Acoustics, Speech and signal Processing, 2003, pp.788-791.
15. Furui S., Cepstral Analysis Technique for Automatic Speaker Verification, IEEE Transactions on Acoustics, Speech and signal Processing, 1981, Vol.29, No.2, pp.254-272.
16. NIST speaker recognition evaluation, <http://www.nist.gov/speech/tests/spk>
17. Rabiner L. R. and Schafer R. W., Digital Processing of Speech Signals, Prentice Hall, 1978.
18. Boulgouries N. V., Hatzinakos D. and Plataniotis K.N., Gait Recognition: A Challenging Signal Processing Technology for Biometric Identification, IEEE Signal Processing Magazine, November 2005, Vol.22, No.6, pp.78-90.
19. Collins R. T., Gross R. and Shi J., Silhouette-Based Human Identification From Body Shape and Gaits, Proceeding of fifth IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, 2002, pp.366-371.
20. Han J. and Bhanu B., Statistical Feature Fusion for Gait-Based Human Recognition, Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, June 2004, Vol.11, pp.812-847.
21. Kale A. Rajagopalan A. N., Cuntoor N. and Kruger V., Gait-Based Recognition of Humans Using Continuous HMMs, Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition (FGR02), 2002, pp.366-371.
22. Foster J. P., Nixon M. S. and Prugel-Bennet A., Automatic Gait Recognition Using Ear Based Metrics, Pattern Recognition Letters, 2003, Vol.24, pp.2489-2497.
23. Hayfron-Acquah J. B., Nixon M. S. and Crter J. N., Automatic Gait Recognition by Symmetry Analysis, Pattern Recognition Letters, September 2003, Vol.24, No.1, pp.2175-2183.
24. Kale A., Sundaresan A., Rajagopalan A. N., Cuntoor N. P., Roy-Chowdhury A. K., Kruger V. and Chellappa R., Identification of Humans Using Gait, IEEE Transactions on Image Processing, September 2004, Vol.13, No.9, pp.1163-1173.
25. Lannarelli A., Ear Identification, Forensic Identification Series, Paramount Publishing Company, 1989.
26. Alvarez L., Gonzales E. and Mazorra L., Fitting Ear Contour Using An Ovoid Model, Proceedings of 39 IEEE International Carnahan Conferences on Security Technology, 2005, pp.145-148.
27. Chen H., Bhanu B. and Wang R., Performance Evaluation and Prediction for 3-D Ear Recognition, Proceedings of International conference on Audio and Video based Biometric Person Authentication, NY, 2005, pp.748-757.
28. Choras M., Ear Biometrics Based on Geometrical Feature Extraction, Electronic Letters on Computer Vision and Image analysis, 2005, Vol.5, No.3, pp.84- 95.
29. Yan P. and Bowyer K.W., Biometric Recognition Using Three-Dimensional Ear Shape, IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, August 2007, Vol.29, No.8, pp.1297-1308.
30. Brault J-J. and Plamondon R., A Complexity Measure of Handwritten Curves: Modelling of Dynamic Signature Forgery, IEEE Transactions on System Man and Cybernetics, 1993, Vol.23, No.2, pp.400-413.
31. Fairhurst M., Kaplani and Guest R., Complexity Measures in Handwritten Signature Verification,

- Proceedings of 1st International conference on Universal access in Human-computer Interaction, 2001, pp.305-309.
32. Faundez-Zanny. M., On-Line Signature Recognition Based on VQ-DTW, Pattern Recognition, 2007, Vol.40, pp.981-992.
 33. Herbst N. and Liu C., Automatic Signature Verification Based on Accelerometry, IBM Journal of Res. Dev., 1977, Vol.21, No.3, pp.245-253.
 34. Igarza J. J., Hernaez I., Goirizelaia I., Espinosa K. and Escolar J., Off-line Signature Recognition Based on Dynamic Methods, Proceedings of SPIE, 2005, Vol.5779, pp.336-343.
 35. Adams B. J., The Diversity of Adult Dental Patterns in The United States and the Implications for Personal Identification, Journal of Forensic Science, 2003, Vol.48, No.3, pp.497-503.
 36. Adams B. J., Establishing Personal Identification Based on Specific Patterns of Missing, Filled and Unrestored Teeth, Journal of Forensic Science, 2003, Vol. 48, No.3, pp.487-496.
 37. Chen H. and Jain A. K., Dental Biometrics: Alignment and Matching of Dental Radiographs, IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2005, Vol.27, No.8, pp.1319-1326.
 38. Goldstein M., Sweet D. J. and Wood R. E., A Specimen Positioning Device for Dental Radiographic Identification, Journal of Forensic Science, 1998, Vol.43, pp.185-189.
 39. McGarvey J., WinID: Dental Identification System, 2005.
 40. <http://www.winid.com>
 41. Sun Z., Tan T., Wang Y. and Li S. Z., Ordinal Palmprint Representation for Personal Identification, Proc. CVPR, 2005, Vol.1, pp.279-284.
 42. Connie T., Jin A. T. B., Ong M. G. K. and Ling D. N. C., An Automated Palm Print Recognition System, Image and Vision Computing, 2005, Vol.23, No.5, pp.501-515.
 43. Jing X-Y. and Zhang D., A Face And Palmprint Recognition Approach Based on Discriminant DCT Feature Extraction, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics-Part B, Cybernetics, 2004, Vol.34, No.6, pp.2405-2415.
 44. Lu G., Zhang D. and Wang K., Palmprint Recognition Using Eigenpalms Features, Pattern Recognition Letters, 2003, Vol.24, pp.1473-1477.
 45. <http://www.nectech.com>
 46. <http://www.pintrakinternational.com>
 47. Im S. K., Park H. M., Kim Y. W., Han S.C., Kim S.W., and Kang C.H., Biometric Identification System by Extracting Hand Vein Patterns, Journal of the Korean Physical Society, March 2001, Vol.38, No.3, pp.268-272.
 48. Im S., Chori H. and Kim S., Design for an Application Specific Processor to Implement a Filter Bank Algorithm for Hand Vascular Pattern Verification, Journal of the Korean Physical Society, 2002, Vol.41, No.4, pp.461-467.
 49. Galton F, Fingerprints, London, Macmillan, 1892.
 50. Bhable S. G., Kayte S., Maher R., Kayte J., and Kayte C., DNA Biometric, IOSR Journal of VLSI and Signal Processing (IOSR-JVSP), Vol. 5, No. 5, Sep-Oct. 2015, pp.82-84.
 51. Jain A. K., Prabhakar S. and Pankanti S., On the Similarity of Identical Twin Fingerprints, Pattern Recognition, 2002, Vol.35, No.8, pp.2653-2663.
 52. A. K. Jain, A. Ross, and S. Prabhakar, An Introduction to Biometric Recognition, IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Special Issue on Image And Video-Based Biometrics, 2004, Vol. 14, No. 1, pp. 4-20.
 53. H. Narasimha-Iyer, J. M. Beach, B. Khoobehi, and B. Roysam, Automatic Identification of Retinal Arteries and Veins From Dual-Wavelength Images Using Structural and Functional Features, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 2007, Vol. 54, pp. 1427-1435.
 54. Ramadan Gad, Ayman El-Sayed, Nawal El-Fishawy, and M. Zorkany, Multi-Biometric Systems: A State of the Art Survey and Research Directions, International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA), 2015, Vol. 6, No. 6, pp.128-138.