



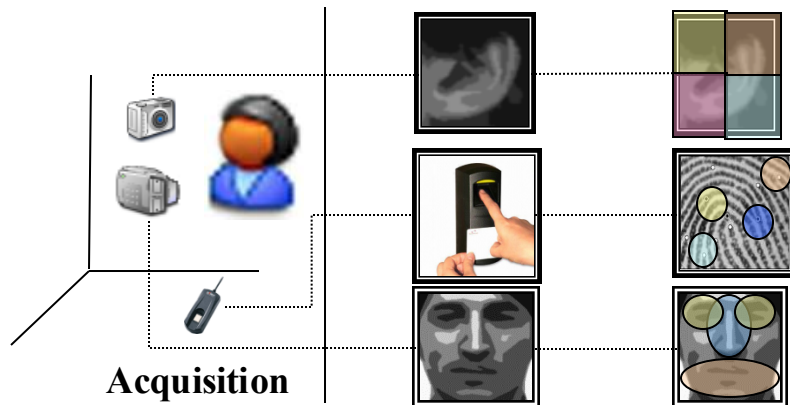
Multibiometric Systems

Michele Nappi

mnappi@unisa.it

Systems with a single biometry vs Multibiometric Systems

Most present systems are based on a single biometry. This makes them vulnerable to possible attacks, and poorly robust to a number of problems.

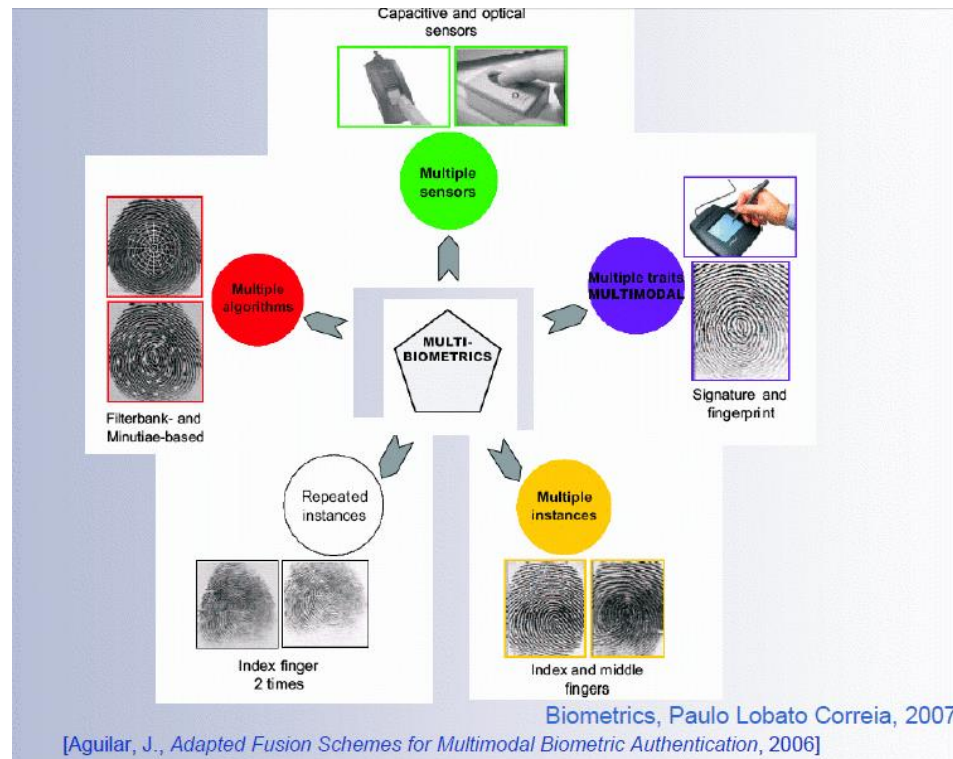


A multimodal system provides an effective solution, since the drawbacks of single systems can be counterbalanced thanks to the availability of more biometrics.

SISTEMI MULTIMODALI: SCELTE PROGETTUALI

- Nello sviluppo di un sistema multimodale bisogna considerare diversi aspetti progettuali:
 - La scelta delle biometrie
 - Il livello del sistema a cui fare l'integrazione
 - La metodologia utilizzata per l'integrazione

Kinds of multibiometric systems



Multibiometria (1)

- **Unica biometria e Multiplo sensore:** sono combinate le informazioni dello stesso tratto biometrico acquisito però con due tipi di sensori diversi.
- **Multipla biometria:** sono combinate le caratteristiche di due biometrie diverse, un volto ed un'impronta.



Multibiometria(2)

- **Unica biometria e Multipla unità:** si combinano due elementi diversi appartenenti alla stessa classe biometrica (l'impronta di due dita diverse).
- **Unica biometria e Multipla acquisizione:** si combinano più sessioni di acquisizione dello stesso tratto biometrico (più impressioni della stessa impronta).



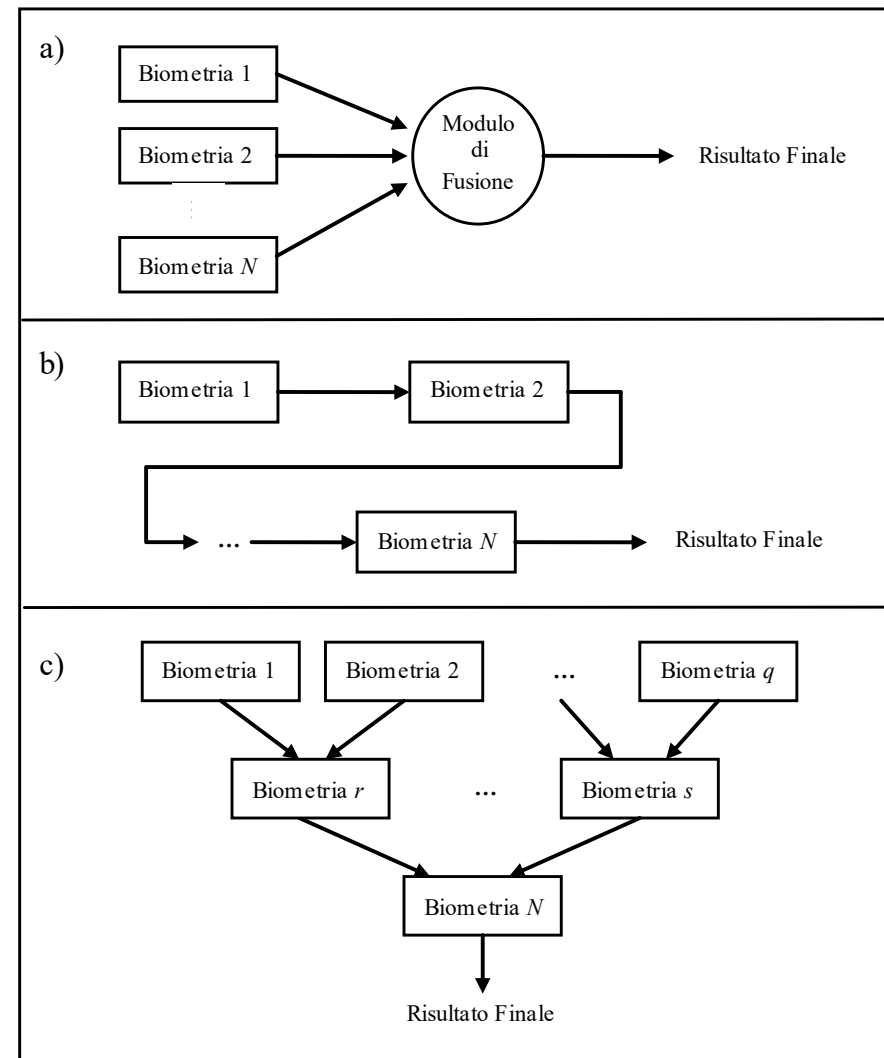
Insieme di biometrie

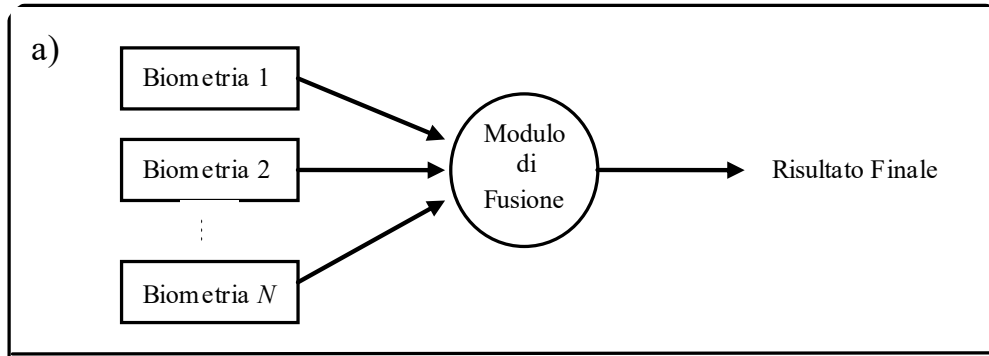
- La scelta del numero e del tipo di biometria da valutare dipende soprattutto dalla natura del sistema.
- Un sistema governativo ha esigenze di sicurezza e di autenticità dell'utente superiori rispetto ad un sistema commerciale; la scelta di una biometria più affidabile quale l'iride o l'impronta digitale è favorita
- Un sistema *embedded* su telefonini o computer palmari privilegia l'uso di biometrie rilevabili con l'hardware in dotazione al dispositivo, quindi voce, volto o firma.

Architettura del Sistema

- Un sistema multimodale può essere progettato secondo tre distinte architetture:

- *in parallelo*
- *in serie*
- *a livello gerarchico*

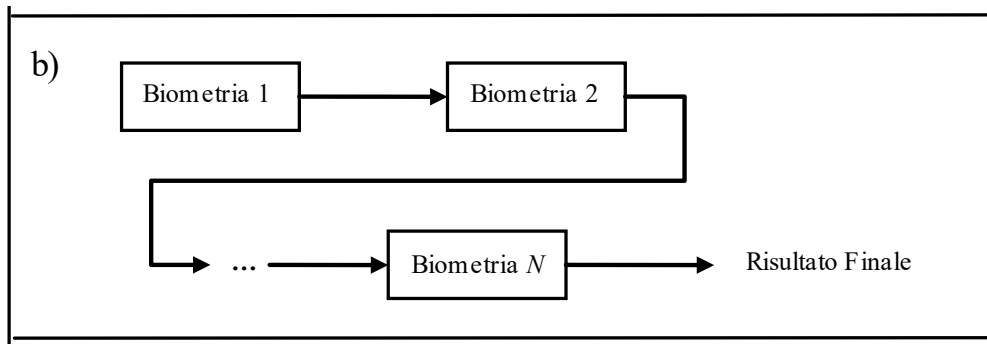




Progettazione in Parallelo

- Le informazioni estratte dalle molteplici biometrie sono utilizzate simultaneamente per realizzare il riconoscimento
- Le acquisizioni sono svolte contemporaneamente e le valutazioni delle singole biometrie sono realizzate indipendentemente e poi combinate mediante opportune tecniche di fusione
- Questa tecnica può essere utilizzata per entrambe le modalità di riconoscimento e verifica
- Offre vantaggi maggiori nella prima, in quanto garantisce un accertamento dell'individuo più forte basando la decisione su più parametri di valutazione

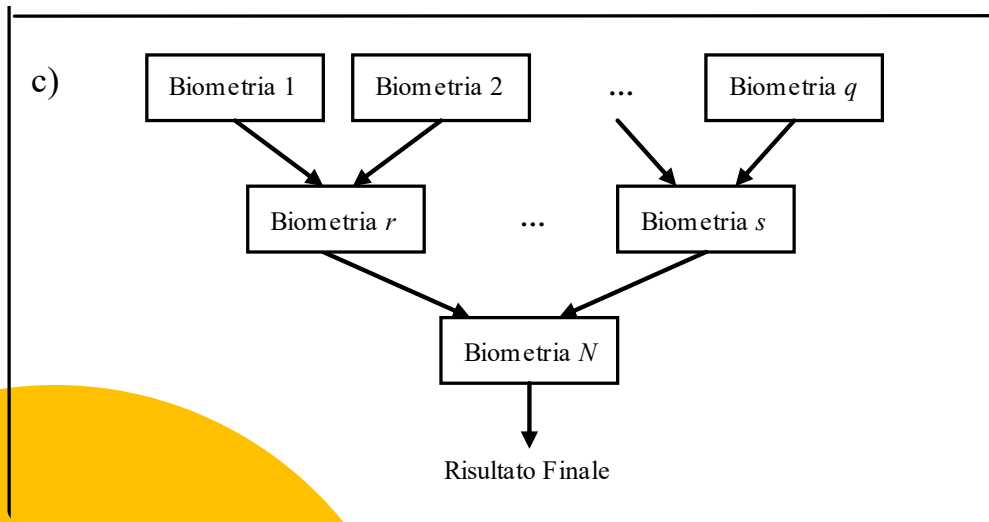
Progettazione in Serie



- Le valutazioni delle singole biometrie, generalmente due o tre al massimo, sono effettuate in cascata. Questa tecnica può essere utilizzata in entrambe le modalità di riconoscimento.
- Essa è più vantaggiosa nella modalità di identificazione, poiché può essere utilizzata come strumento di filtraggio dei possibili candidati ad ogni processo di confronto.
- Solitamente si utilizzano diversi tipi di biometrie, una prima di rapido confronto ma di limitata attendibilità per eseguire una prima selezione di una rosa di candidati, sui quali applicare, quindi, una seconda biometria più lenta ma più affidabile per la decisione finale.

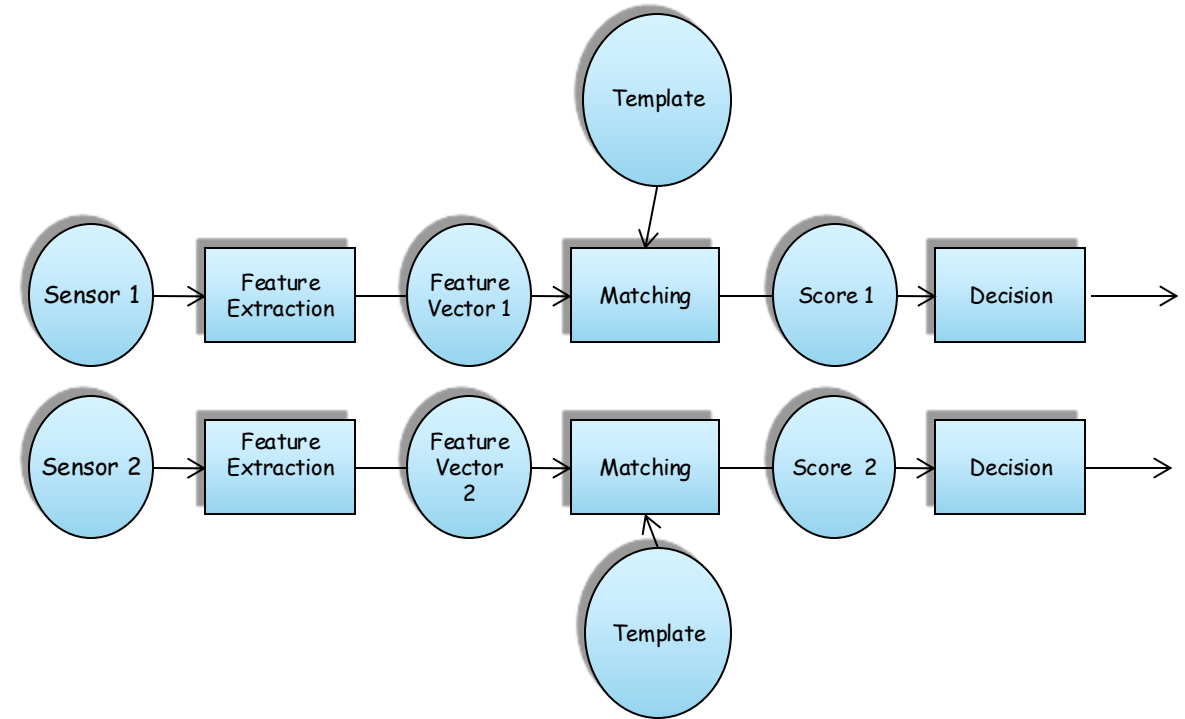
Progettazione a Livello Gerarchico

- Si usano metodologie di classificazione individuali per le varie biometrie, quindi i risultati sono memorizzati in una struttura ad albero che facilita la decisione finale.
- Questa modalità è particolarmente utile nel caso di numerose biometrie da integrare.

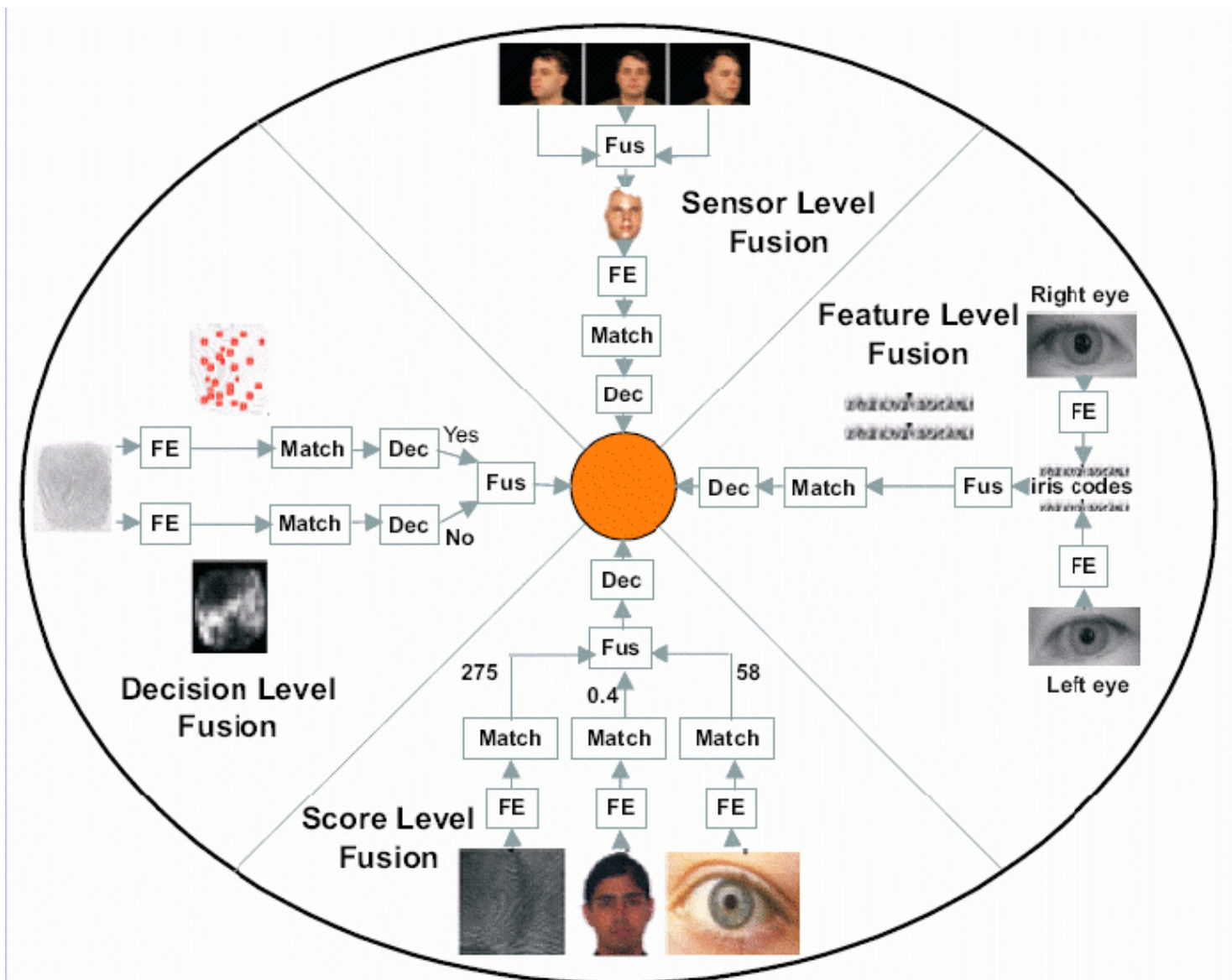


Livelli e strategie di fusione

- In un sistema biometrico le fasi di Verifica o Identificazioni sono suddivisibili essenzialmente in quattro moduli:
 - il modulo di **acquisizione** della specifica biometria,
 - il modulo di **estrazione delle caratteristiche** e creazione del template relativo alla biometria rilevata,
 - il modulo di **confronto**
 - il modulo di **decisione**.

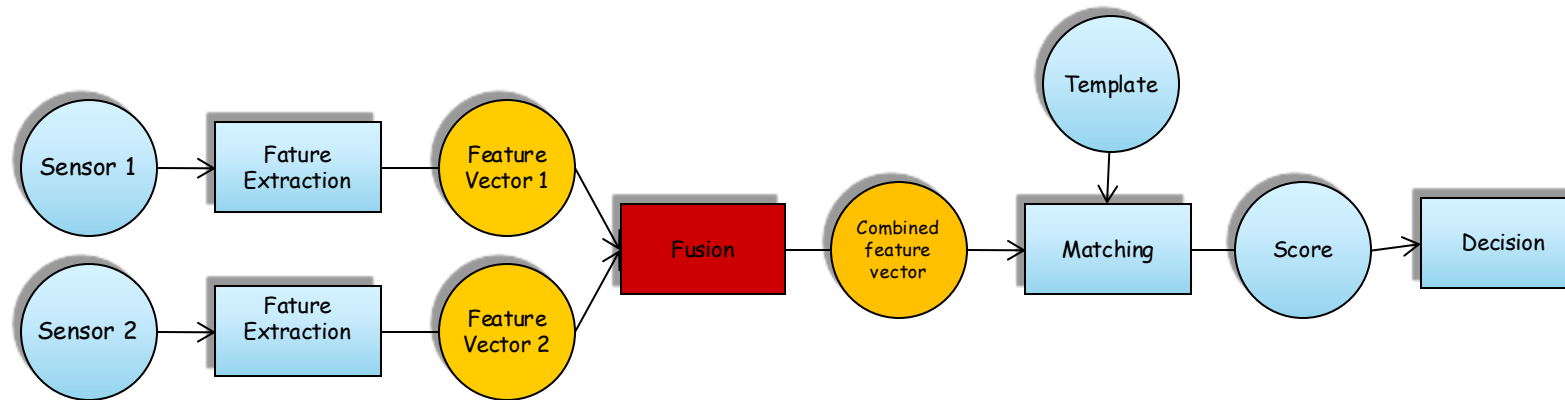


Kinds of fusion



Feature level fusion

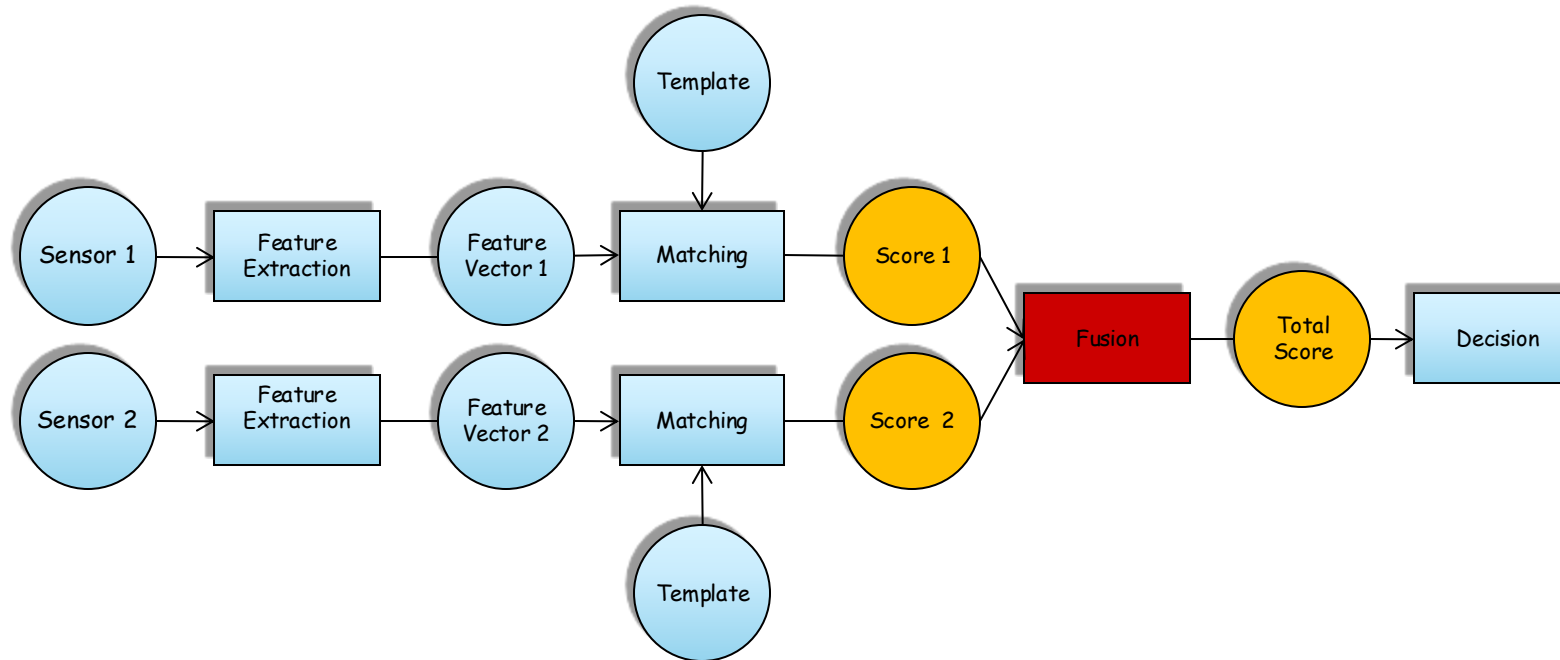
Features that were extracted with possibly different techniques can be fused to create a new feature vector to represent the individual.



1. Better results are expected, since much more information is still present
2. Possible problems:
3. Incompatible feature set.
4. Feature vector combination may cause “curse of dimensionality”.
5. A more complex matcher may be required.
6. Combined vectors may include noisy and/or redundant data.

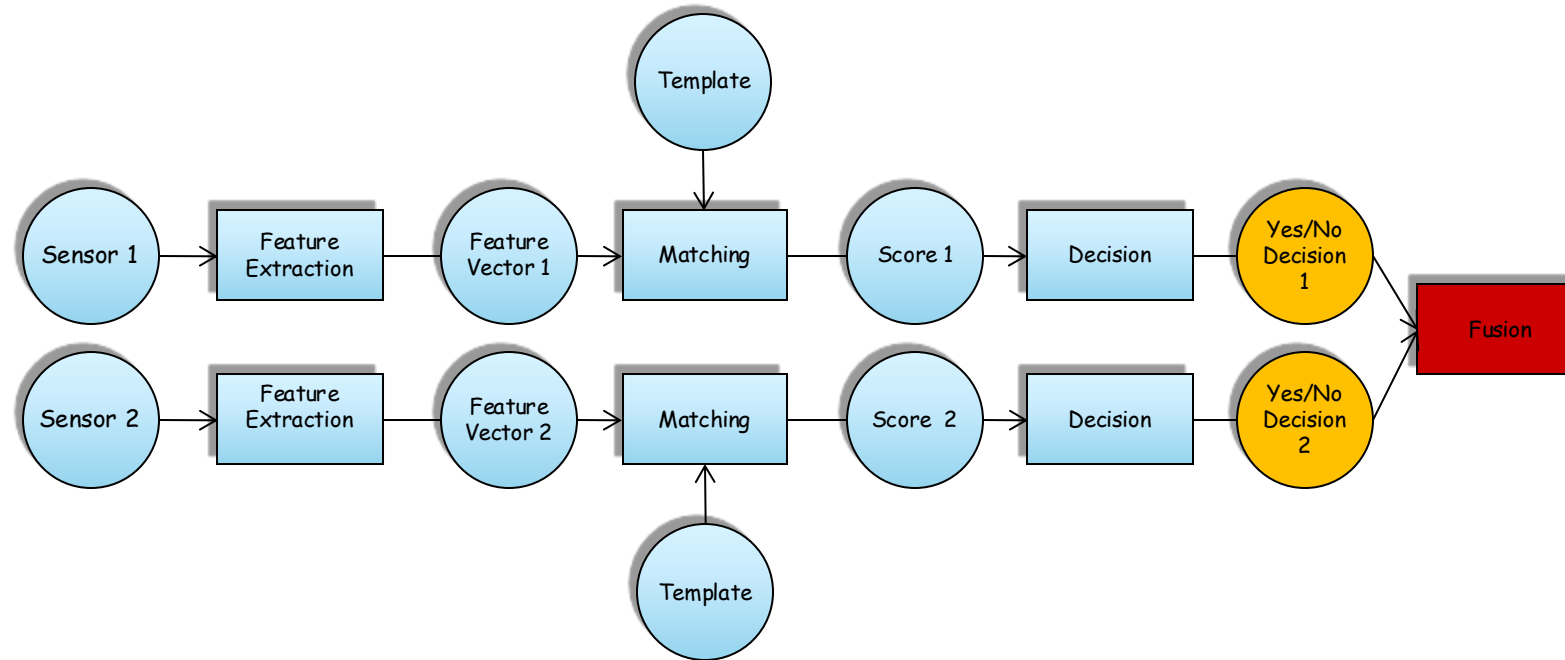
Score level fusion

Different matching algorithms return a set of scores that are fused to generate a single final score.



- **Transformation-based** : the scores from different matchers are first normalized (transformed) in a common domain and then combined using fusion rules.
- **Classifier-based**: the scores from different classifiers are considered as features and are included into a feature vector. A binary classifier is trained to discriminate between genuine and impostor score vectors (NN-Neural Networks, SVM – Support Vector Machine).

Decision level fusion



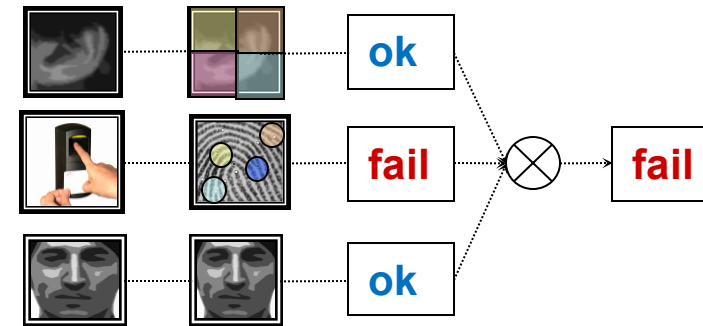
- Each classifier outputs its decision (accept/reject for verification or identity for identification). The final decision is taken by combining the single decisions according to a fusion rule.

Decision level fusion

Different combination strategies are possible. The simplest ones imply a simple logical combination

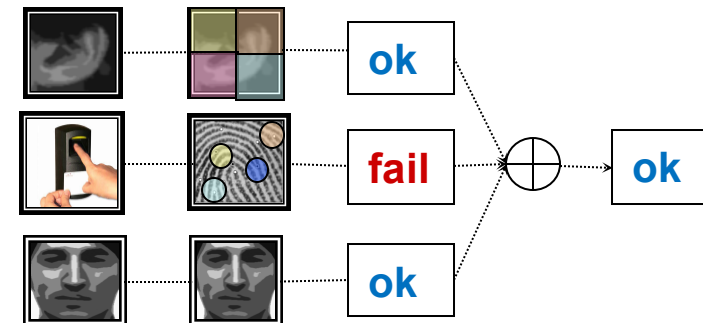
- Serial combination *AND*

global authentication requires
all positive decisions.
This improves FAR.



- Parallel combination *OR*

the user may be authenticated
even by a single biometric modality.
This improves FRR.



- A further important fusion rule at decision level is *Majority Voting*.

Politiche di fusione (1)

- Ritardare la fusione risulta sconveniente, perché:
 - il modulo decisionale riceve solo una minima parte delle informazioni acquisite e conosce solo l'esito del confronto delle singole biometrie
 - comporta l'implementazione e quindi l'elaborazione di due sottosistemi ognuno dedicato alla specifica biometria.
- Conviene fare uso di una strategia di fusione il prima possibile poiché si conserva una ricchezza di informazioni maggiore fornita dai dati acquisiti.

Politiche di fusione (2)

- Il template derivante dalla fusione può risultare di dimensioni considerevoli, diventando pesante da gestire dal sistema incidendo così sulle performance.
- Questa strategia non sempre è attuabile in quanto spesso si lavora con sistemi chiusi nei quali non sono note le relazioni tra i dati acquisiti e i template generati oppure può essere difficile fondere caratteristiche provenienti da biometrie diverse.
- La scelta più vantaggiosa resta una fusione al modulo di confronto

Strategia di fusione

- Al livello decisionale è possibile combinare con una strategia **AND/OR**:
 - richiedere che siano superate tutte le prove biometriche (AND) oppure solo alcune (OR)
 - Esempio (Volto-Impronta-Mano): Impronta AND (Volto OR Mano)
- Al livello di confronto è possibile utilizzare una strategia di combinazione **pesata**:
 - si associa un peso a ciascuna biometria e quindi anche il risultato dei singoli confronti avranno un peso diverso in fase decisionale
 - altre strategie utilizzano funzioni di combinazione matematiche come la somma, il prodotto, la media, o il massimo o minimo dei risultati dei confronti, queste tecniche necessitano di un ulteriore processo di normalizzazione dei tali risultati