

Aspecte generale  
Suportul de lucru  
Metoda aplicata  
Prelucrarea datelor  
Concluzii

## Supravegherea persoanelor in varsta la domiciliu: inferenta statistica a datelor

**Student: A.S. Mihaita**

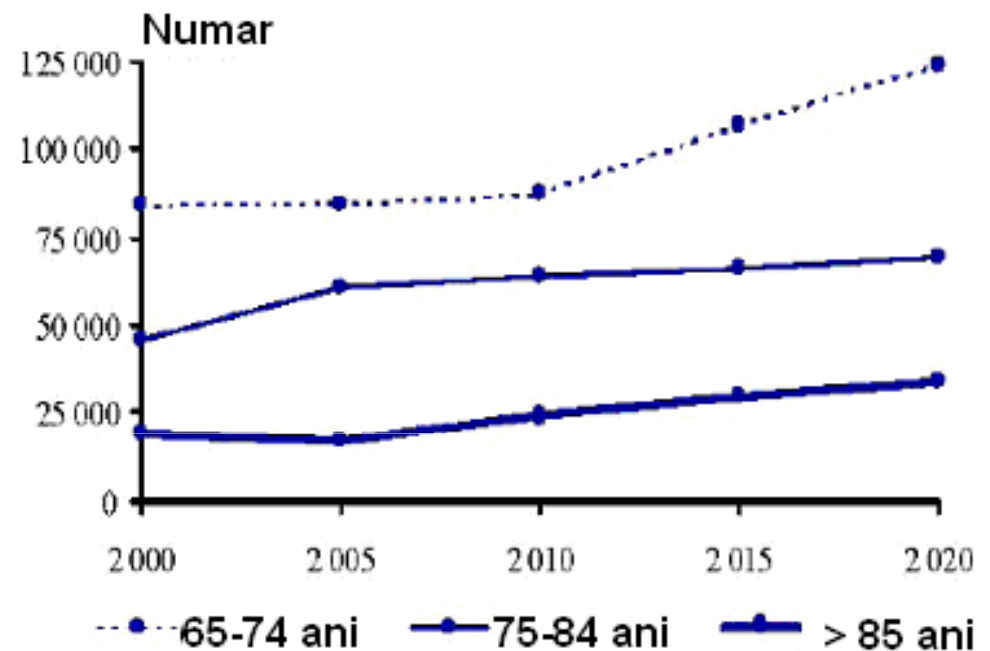
**Coordonatori: A. Gouin, S. Mocanu, S.I. Caramihai**

**11 septembrie 2009**



## Introducere

- Imbatranirea populatiei la nivel global, respectiv regional.
- Insuficienta numarului de locuri in unitatile rezidentiale pentru batrani.
  - ↓
- Ingrijirea la domiciliu a varstnicilor.
  - ↓
- Persoane in varsta care locuiesc singure - riscurile imbatranirii pe termen lung: diminuarea alimentatiei, igiena insuficienta, pierderea autonomiei, etc.
- Scop: *detectarea pierderii autonomiei*



*Evolutia numarului de persoane in varsta in regiunea franceza ISERE (INSEE 2004)*

Anul	>60 ani (milioane)	Locuiesc la domiciliu (milioane)	Locuiesc singuri (milioane)
2000	12,13	11,58 (96%)	<b>3,27 (27%)</b>

*Tabela demografica Franta, INSEE 2008.*

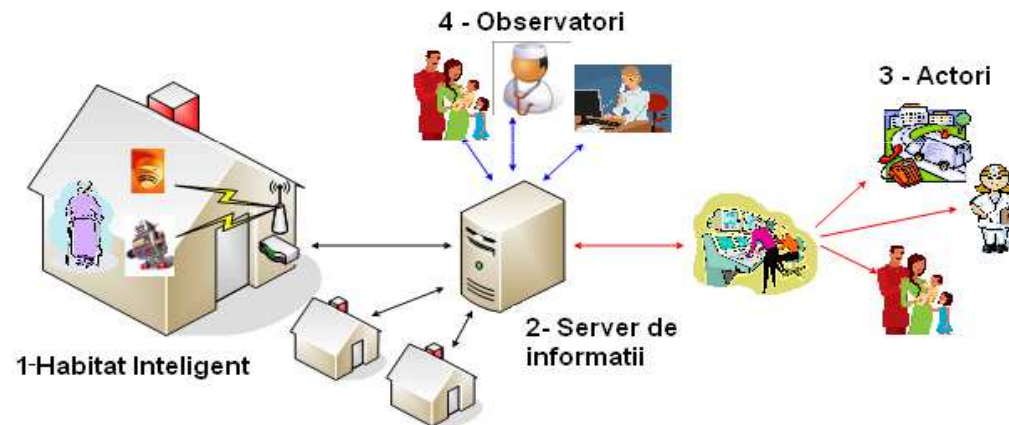
## Planul prezentarii:

- **Habitatul inteligent**
- **Suportul de lucru**
- **Contributia noastra**
- **Prelucrarea datelor**
- **Concluzii si perspective**



## Habitat inteligent

Conceptul: locuinta echipata cu senzori capabili sa asigure de la distanta o supraveghere medicala asupra ocupantilor, asistand la implinirea sarcinilor de zi cu zi (Noury, 2003).



Sistemul de informatie si comunicatie pentru un habitat inteligent:

- Oferă autonomie varstnicilor care locuiesc singuri
- Simplu, neintruziv in intimitatea locatilor, pasiv(nu necesita contributia ocupantului).

Aspecte generale  
Suportul de lucru  
Metoda aplicata  
Prelucrarea datelor  
Concluzii

- Habitat inteligent
- Solutii abordate
- Obiectivul nostru

## Proiecte dezvoltate



Proiectul Visadom



Haina inteligenta VTAMN



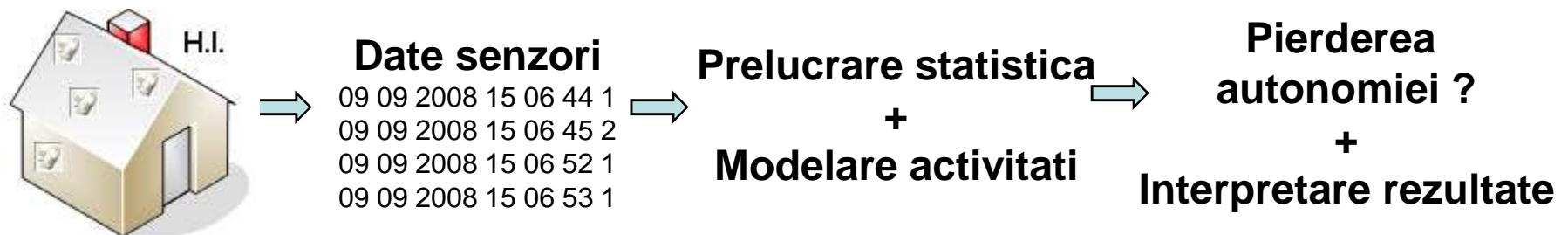
Hebdomedic-cutia de pastile



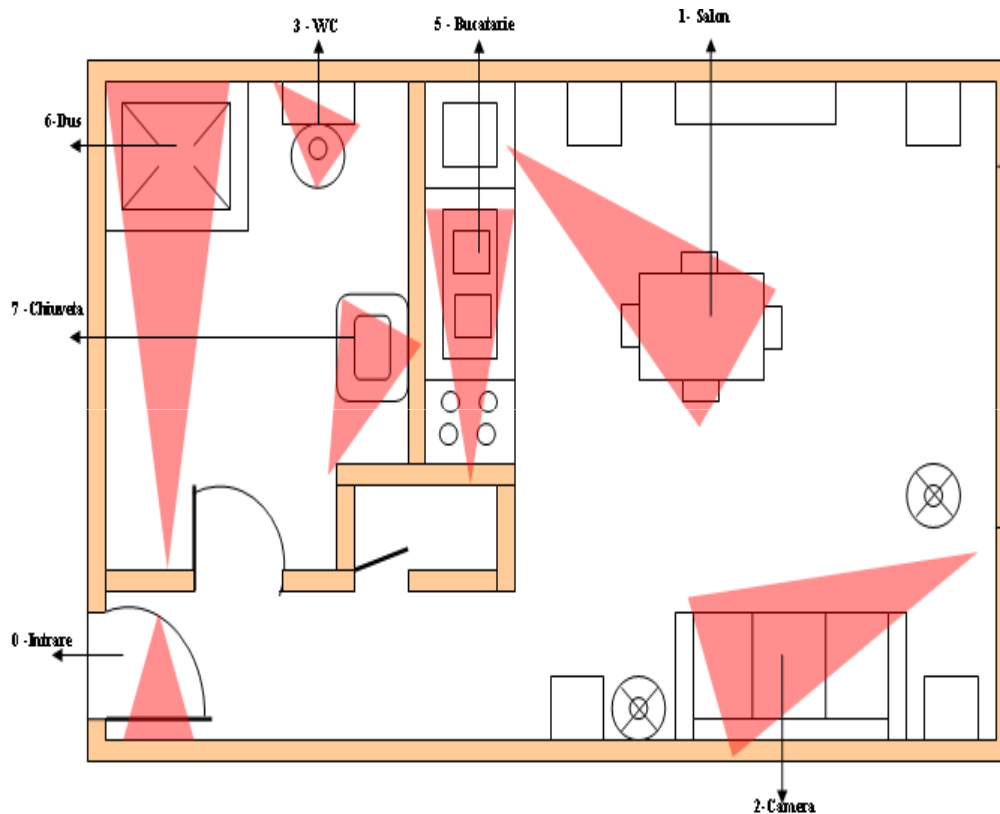
Calculatorul MAGUI

## Obiectiv

- Asigurarea autonomiei si a minimului de securitate a persoanelor in varsta care locuiesc singure la domiciliu:
  - Instalarea senzorilor la domiciliu (habitat inteligent)
  - Colectarea datelor furnizate de senzori
  - Prelucrare statistica a duratelor activitatilor intreprinse
  - Recunoasterea activitatilor principale
  - Modelarea activitatilor obtinute
  - Interpretarea semnelor de pierdere a autonomiei.



## Platforma ALISA



- Laboratorul TIMC: doua apartamente din Grenoble locuite de persoane in varsta au fost echipate cu senzori infrarosii pasivi
- 7 zone atent alese, in care persoana isi desfasoara activitatile zilnice: *intrare, salon, camera, WC, bucatarie, dus, chiuveta*

- Senzorii infrarosii pasivi utilizati prezinta urmatoarele caracteristici:
  - Determina miscarea persoanei numai in zona proprie de detectie
  - Au o frecventa de esantionare de 1 Hz
  - Nu pot face diferenta intre o persoana sau mai multe in aria de detectie
  - Furnizeaza date care sunt inregistrate in urmatorul format:
    - **Zi Luna An Ora Minute Secunde Numar senzor:**
      - » 09 09 2008 15 06 44 1
      - » 09 09 2008 15 06 45 2
      - » 09 09 2008 15 06 52 1
      - » 09 09 2008 15 06 53 1
  - Datele sunt stocate 7/7 zile, 24/24 h.



## Chestionare

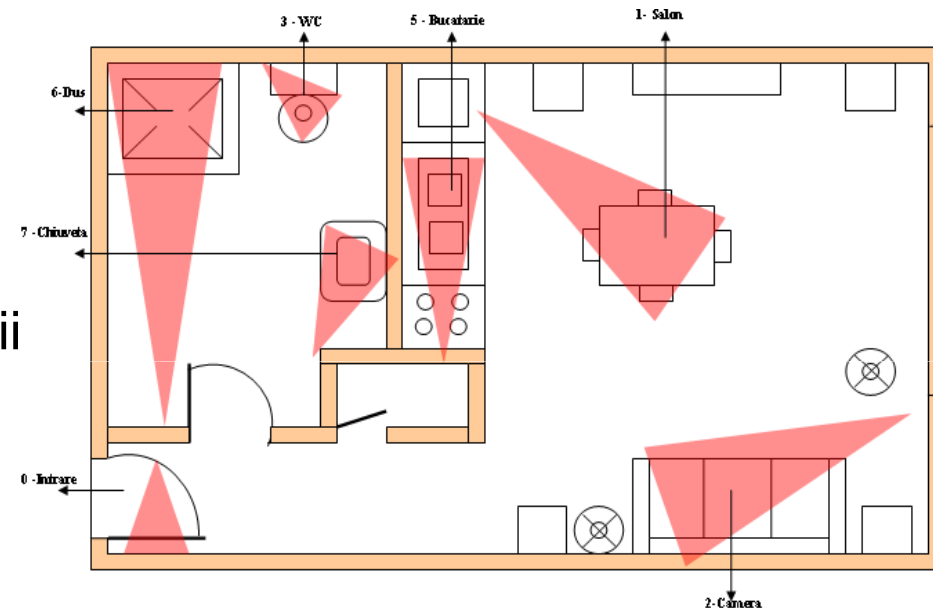
- Chestionarele sunt completate de locatar si completeaza informatiile obtinute de senzori, ajutand la stabilirea si verificarea modului de desfasurare a anumitor activitati, tabieturi.
- Informatiile din chestionare servesc la stabilirea anumitor reguli de validare si interpretare a rezultatelor obtinute

Activitate	Ora	Locul actiunii	Observatii
Trezirea	08 : 15	Camera	Se trezeste de multe ori in timpul noptii.
Toaleta	08 : 30	Sala de baie	
Micul-dejun	08 : 30	Masa	Preparare : 02' in bucatarie ; Servire : 20' in salon.
Pranz	12 : 15	Masa	Preparare : 15' in bucatarie ; Servire : 20' in salon.
Cina	18 : 45	Masa	Preparare : 15' in bucatarie ; Servire : 15' in salon.
Imbracat	10 : 00	Salon	Niciodata dupa efectuarea toaletei.
Somn	20 : 00	Camera	
Lectura .....		Camera	Pe canapea

## Limitari

- **Avantaje senzori:**

- nu sunt costisitori,
- nu deranjeaza intimitatea acestuia, sunt pasivi,
- furnizeaza datele in format simplu de utilizat cu informatii despre locul in care se afla persoana in apartament la momentul respectiv.



- **Dezavantaje senzori:**

- Interferente intre senzori (sala de baie)
- Determina doar miscarea, nu si imobilizarea persoanei in zona de detectie.
- Declansarea mai multor senzori pentru o activitate intreprinsa (ex: activitatea de a manca).

## Modelare cu lanturi Markov

- Monitorizarea datelor stocate a permis urmarirea activitatilor principale si aleatoare intreprinse de o persoana pe durata unei zile(grila AGGIR pentru evaluarea pierderii autonomiei persoanelor in varsta):
  - **Somn** – senzorul 2
  - **Alimentatie** – senzorul nr 5
  - **Toaleta** – senzorii 6, 7
  - **WC** – senzorul 3
  - **Alte activitati** – senzorul 0, 1
- Modelare datelor cu lanturi Markov in timp continuu presupune identificarea :
  - Spatiului de stari (durata activitatilor principale)
  - Probabilitatea de a fi in starea initiala si finala
  - Probabilitatea de tranzitie intre doua stari aleatoare.

## Deterministic-Finit-Probabilistic Automata (DFPA)

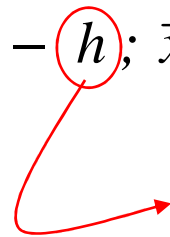
- **Modelare duala:**

- Lanturi Markov in timp continuu (determinarea duratelor medii ale activitatilor si dinamicitate);
- DFPA (caracterizarea secventelor de activitati; modelarea si generarea distributiilor secventelor de activitati )

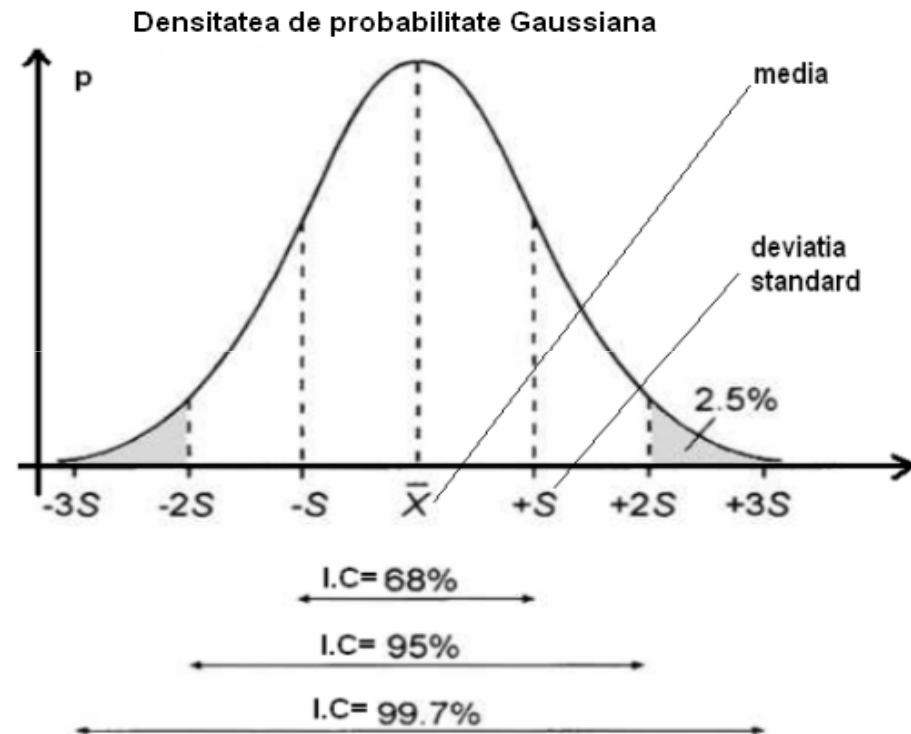
## Prelucrare statistica a datelor

- Durata medie a activitatilor pe un interval de timp – estimator ce caracterizeaza modelul obtinut pentru persoana in cauza
- Coeficientul de variatie – masura a difuziei datelor(0 – nu exista variatie in datele colectate).
- **Teorema Limitei Centrale:** distributie normala a duratelor medii de activitati

$$IC = [ \bar{x} - h; \bar{x} + h ]$$



## Distributia "Student-t"



- **Contributiile noastre:**
  - Model de referinta pentru persoana in varsta care sa ii evidentieze comportamentul
  - Determinarea parametrilor specifici de comportament
  - Influenta perioadei initiale de timp necesara pentru construirea modelului asupra parametrilor de comportament

## Ipoteze

- Problema imobilitatii in zona de detectie
- Interferenta senzorilor in sala de baie
- Persoana realizeaza siesta o data pe zi (somn in timpul zilei)
- Activitati scurte

ORACLE<sup>®</sup> 11<sup>g</sup>  
DATABASE



## Prelucrare statistica fara eliminare activitati scurte

1 zi





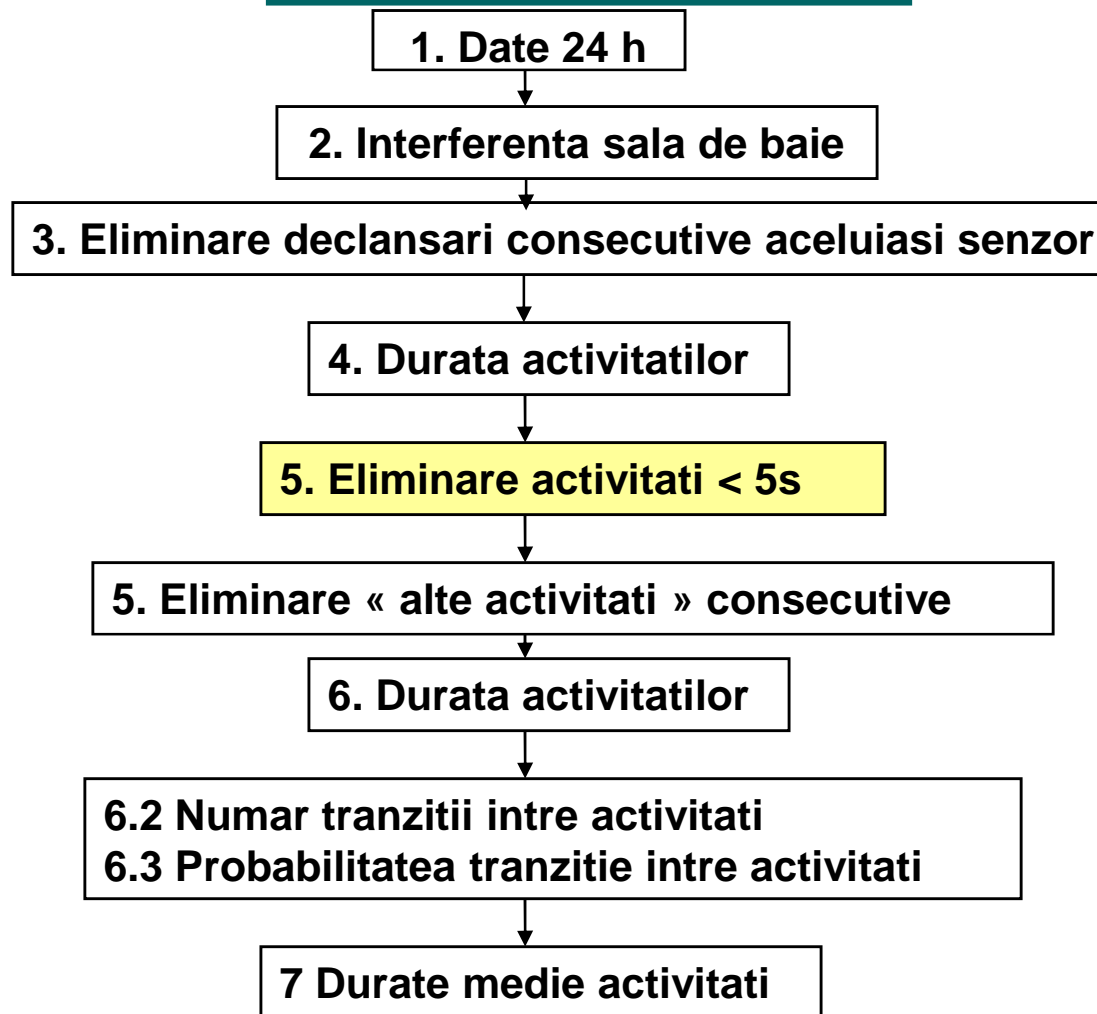
## Prelucrare statistica fara eliminare activitati scurte

1 zi

Tranzitia	Numarul tranzitii	Probabilitatea de tranzitie	Durata medie
a-> 2	23	0.0393	<b>Alte activitati</b> Ta = 00 : 00 : 46
a->4	528	0.9041	
a->6	33	0.0565	
a->a	0	0	
<b>Total tr. A</b>	<b>584</b>		
2->a	23	1	<b>Somn</b> T2 = 00 : 33 : 16
2->4	0	0	
2->6	0	0	
2->2	0	0	
<b>Total tr. 2</b>	<b>23</b>		
4->a	529	1	<b>Mancare</b> T4 = 00 : 00 : 13
4->2	0	0	
4->6	0	0	
4->4	0	0	
<b>Total tr. 4</b>	<b>529</b>		
6->a	32	0.9696	<b>Sala de baie</b> T6 = 00 : 03 : 50
6->2	0	0	
6->4	1	0.0303	
6->6	0	0	
<b>Total tr. 6</b>	<b>33</b>		

## Prelucrare statistica cu **eliminare activitati scurte**

1 zi



## Prelucrare statistica cu eliminarea activitatii scurte

1 zi

Tranzitia	Numarul tranzitii	Probabilitatea de tranzitie	Durata medie
a->2	11	0.0679	<b>Alte activitati</b> <b>Ta = 00 : 02 : 44</b>
a->4	127	0.7839	
a->6	24	0.1481	
a->a	0	0	
<b>Total tr. A</b>	<b>162</b>		
2->a	10	0.9090	<b>Somn</b> <b>T2 = 01 : 09 : 53</b>
2->4	1	0.0909	
2->6	0	0	
2->2	0	0	
<b>Total tr. 2</b>	<b>11</b>		
4->a	130	1	<b>Mancare</b> <b>T4 = 00 : 00 : 54</b>
4->2	0	0	
4->6	0	0	
4->4	0	0	
<b>Total tr. 4</b>	<b>130</b>		
6->a	22	0.9166	<b>Sala de baie</b> <b>T6 = 00 : 05 : 25</b>
6->2	0	0	
6->4	2	0.0833	
6->6	0	0	
<b>Total tr. 6</b>	<b>24</b>		

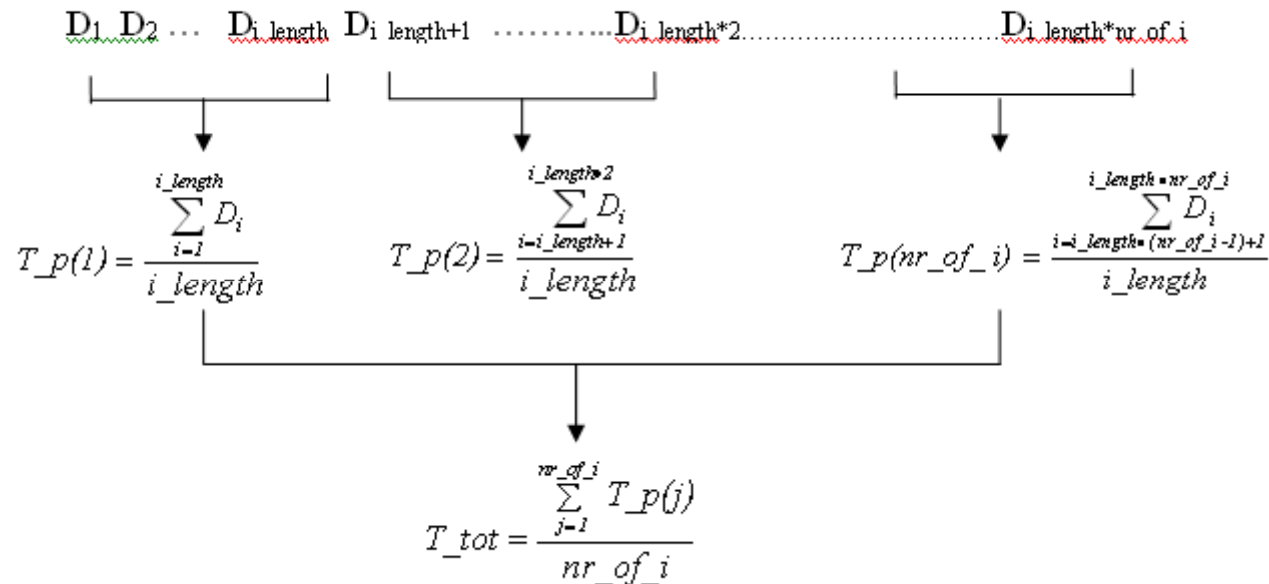
## Variatia eliminarii activitatilor scurte

1 zi

Duarata minima activitate	Ta (durata media -"alte" activitati)	T2 (durata media -somn)	T5 (durata media - mancare)	T6 (durata media - sala de baie)
D = 05 s	00 :02 :44	01 :09 :53	00 :00 :54	00 :05 :25
D = 10 s	00 :04 :05	01 :16 :54	00 :01 :27	00 :05 :29
D = 15 s	00 :04 :57	01 :16 :56	00 :01 :48	00 :05 :38
D = 20 s	00 :06 :21	01 :16 :60	00 :02 :26	00 :06 :23
D = 25 s	00 :07 :40	01 :25 :39	00 :02 :53	00 :06 :54
D = 30 s	00 :08 :59	01 :25 :39	00 :03 :22	00 :06 :57
D = 35 s	00 :10 :02	01 :25 :39	00 :04 :32	00 :07 :43
D = 40 s	00 :11 :09	01 :25 :39	00 :05 :23	00 :07 :51
D = 45 s	00 :12 :05	01 :49 :46	00 :05 :44	00 :08 :18
D = 50 s	00 :12 :32	01 :49 :46	00 :06 :11	00 :09 :15
D = 55 s	00 :14 :06	01 :49 :46	00 :06 :53	00 :10 :06
D = 59 s	00 :14 :26	01 :49 :46	00 :07 :12	00 :10 :45

## Estimarea duratei medii a unei activitati

Mai multe zile



$D_i$  – Durata declansarii  $i$  pentru activitatea aleasa

$N$  – Numarul total de declansari ale unei activitati

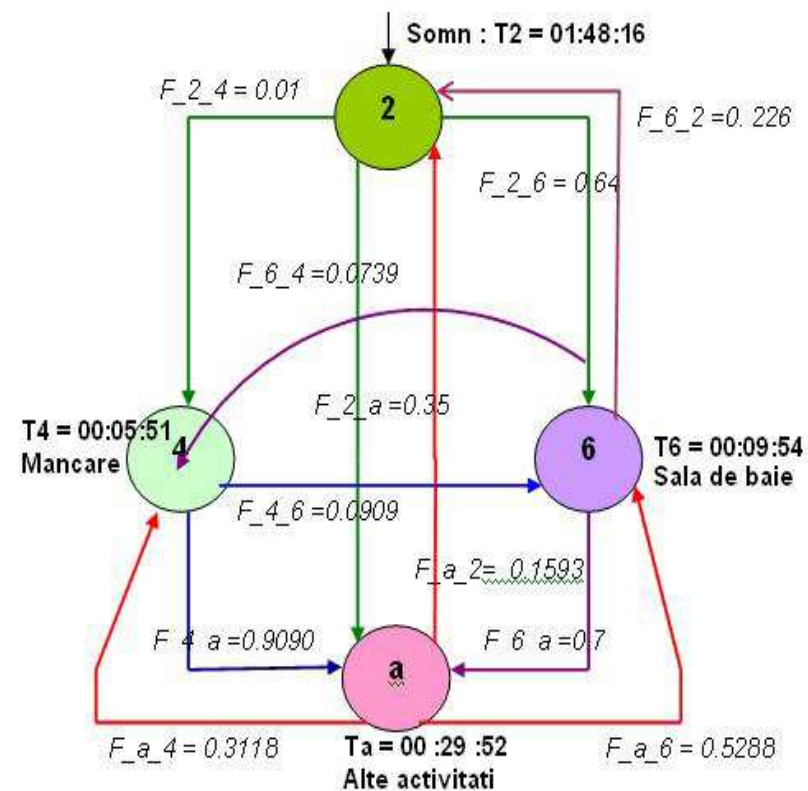
$T_p(j)$  – Valoarea medie a unui mini-interval de declansari

$T_{tot}$  - Valoarea medie pentru activitatea urmarita

## Estimarea duratei medii a unei activitati

Mai multe zile

Tranzitii	Numar de tranzitii	Frecventa	Durata medie
a->2	47	0.1593	Alte activitati Ta = 00 :29 :52
a->5	92	0.3118	
a->6	156	0.5288	
a->a	0	0	
<b>Total tr. A</b>	<b>295</b>		
2->a	35	0.35	Somn T2 = 01 :48 :16
2->5	1	0.01	
2->6	64	0.64	
2->2	0	0	
<b>Total tr. 2</b>	<b>100</b>		
5->a	100	0.9090	Mancare T5 = 00 :05 :51
5->2	0	0	
5->6	10	0.0909	
5->5	0	0	
<b>Total tr. 5</b>	<b>110</b>		
6->a	161	0.7	Sala de baie T6 = 00 :09 :54
6->2	52	0.2260	
6->5	17	0.0739	
6->6	0	0	
<b>Total tr. 6</b>	<b>230</b>		



## Compararea rezultatelor

- Eliminare activitati  $< 1$  min, pe 16 zile, aplicand distributia Gaussiana si ipotezele initiale

	Deviatia standard $S(x)$	Durata medie $\bar{x}$	Intervalul de Incredere $[\bar{x} - 3 \cdot S(x); \bar{x} + 3 \cdot S(x)]$
Ta (alte activitati)	7.2745	30.6875	[8.8639 ; 52.5111]
T2 (somm)	29.1243	107.9573	[20.5844 ; 195.3302]
T5 (mancare)	3.1510	5.1031	[0; 14.5560]
T6 (sala de baie)	2.4900	8.1802	[0.7102 ; 15.6503]

- Eliminare activitati  $< 1$  min, pe 16 zile, aplicand distributia "Student-t", folosind metoda estimarii duratei medii a unei activitati

	Deviatia standard $S(\bar{x})$	Durata medie $\bar{x}$	Demi-intervalul $h = t \cdot S(\bar{x})$	Intervalul de Incredere $[\bar{x} - h; \bar{x} + h]$
Ta (alte activitati)	8.0979	29.3047	4.1853	[ 25.1194 , 33.4901 ]
T2 (somm)	25.0852	108.2691	16.9044	[ 91.3647 , 125.1736 ]
T5 (mancare)	1.1191	5.8565	0.719	[ 5.1374 , 6.5755 ]
T6 (sala de baie)	3.37	9.9676	1.8542	[8.1133 , 11.8218]

## Concluzii

- Prelucrarea datelor provenind de la senzori pasivi infrarosii:
  - Determinarea activitatilor persoanei in varsta
  - Constructia unui model de referinta comportamental, individual
  - Analiza pe termen lung a comportamentului
- Prima etapa in dezvoltarea unui mecanism de supraveghere care sa determine o eventuala pierdere a autonomiei si a gradului de dependenta al persoanei in cauza.



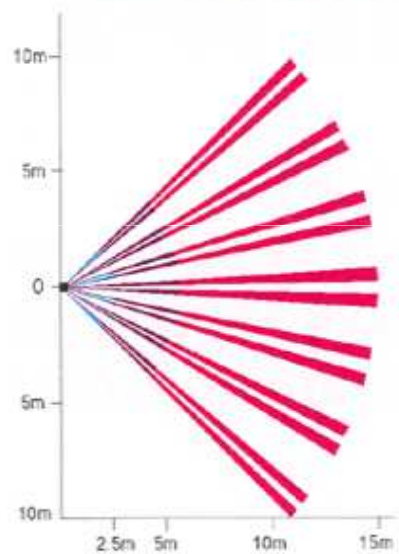
## Perspective

- Periodicitatea modelului de referinta individualizat pe o perioada mai lunga de timp
- Algoritmi complecsi de comparatie intre modelele obtinute la diferite intervale
- Utilizarea unor senzori suplimentari

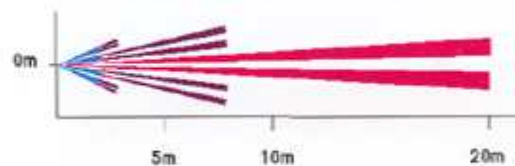
**VA MULTUMESC!**

## Anexa 1 – Senzori infrarosii pasivi

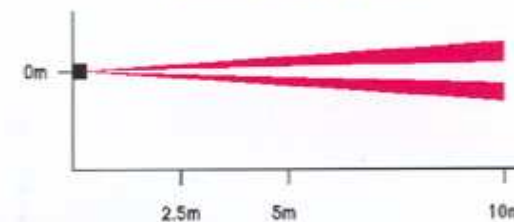
Volumétrique - Vue de dessus



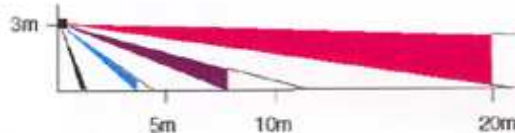
Longue portée - Vue de dessus



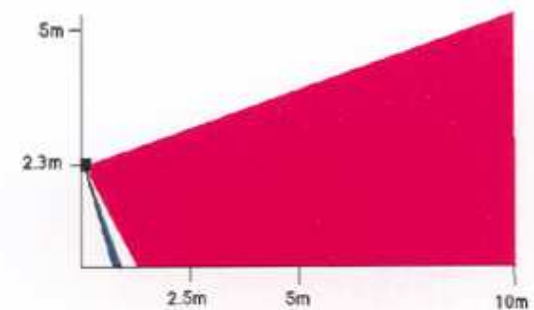
Rideau - Vue de dessus



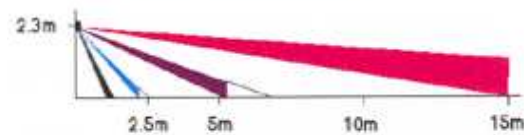
Longue portée - Vue de côté



Rideau - Vue de côté



Volumétrique - Vue de côté



## Anexa 2- Grila AGGIR pentru evaluarea autonomiei locatarului

Les variables	Autonomie (fait seul totalement, habituellement, correctement = A fait partiellement = B ne fait pas = C)
Cohérence Converser et/ou se comporter de façon logique et sensée	
Orientation Se repérer dans le temps, les moments de la journée et dans les lieux	
Toilette du haut et du bas du corps Assurer son hygiène corporelle (AA=A, CC=C, autres=B)	
Habillage (haut, moyen, bas) S'habiller, se déshabiller, se présenter (AAA=A, CCC=C, autres=B)	
Alimentation Se servir et manger les aliments préparés (AA=A, CC=C, BC=C, CB=C, autres=B)	
Élimination urinaire et fécale Assurer l'hygiène de l'élimination urinaire et fécale (AA=A, CC=C, AC=C, CA=C, BC=C, CB=C, autres = B)	
Transfert Se lever, se coucher, s'asseoir	
Déplacements à l'intérieur Avec ou sans canne, déambulateur, fauteuil roulant	
Déplacements à l'extérieur A partir de la porte d'entrée sans moyen de transport	
Communication à distance Utiliser les moyens de communications : téléphone, alarme, sonnette...	

## Anexa 3

### Primul apartament AILISA – 15 zile

	Deviatia Standard [min] $S(\bar{x})$	Media [min] $\bar{x}$	Intervalul de Incredere [min] $[\bar{x}-t_{m-1;a/2} \cdot s(\bar{x}), \bar{x}+t_{m-1;a/2} \cdot s(\bar{x})]$	Raport $\frac{half\_interval}{mean} \%$
<b>Ta (alte activitati)</b>	19.4452	65.0417	[55.4113 , 74.6722]	14,81%
<b>T2 (somm)</b>	24.1764	119.1216	[105.4293 , 132.8140]	11,49%
<b>T5 (mancare)</b>	5.1579	9.7259	[6.3952 , 13.0566]	34,25%
<b>T6 (sala de baie)</b>	8.5609	14.2693	[10.0295 , 18.5092]	29,71%

### Al doilea apartament AILISA – 30 zile

	Deviatia Standard [min] $S(\bar{x})$	Media [min] $\bar{x}$	Intervalul de Incredere [min] $[\bar{x}-t_{m-1;a/2} \cdot s(\bar{x}), \bar{x}+t_{m-1;a/2} \cdot s(\bar{x})]$	Raport $\frac{half\_interval}{mean} \%$
<b>Ta (alte activitati)</b>	8.0979	29.3047	[ 25.1194 , 33.4901 ]	14,28%
<b>T2 (somm)</b>	25.0852	108.2691	[ 91.3647 , 125.1736 ]	15,61%
<b>T5 (mancare)</b>	1.1191	5.8565	[ 5.1374 , 6.5755 ]	12,28%
<b>T6 (sala de baie)</b>	3.37	9.9676	[8.1133 , 11.8218 ]	18,60%

### Comparatie durate medii in cele 2 apartamente

	Ta ("Alte activitati")	T2 (Somn)	T5 (Mancare)	T6 (Sala de baie)
Primul apartament AILISA (15 zile)	00 : 29 : 18	01 : 48 : 16	00 : 05 : 51	00 : 09 : 58
Al doilea apartament AILISA (30 zile)	01 : 05 : 02	01 : 59 : 07	00 : 09 : 43	00 : 14 : 16