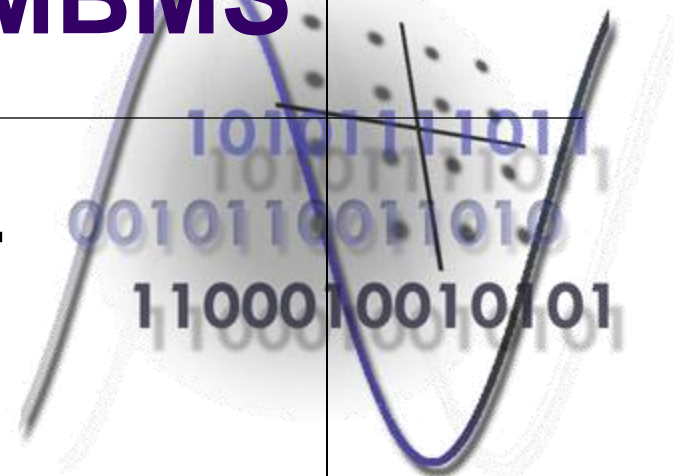
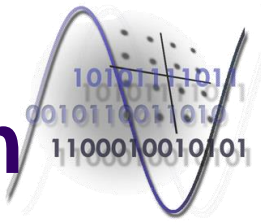


Algoritmi practici de codare și decodare Raptor Utilizarea codurilor Raptor în MBMS

TACCFDRT Curs 4

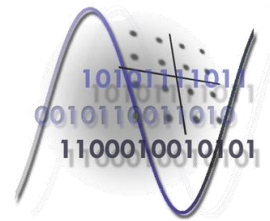




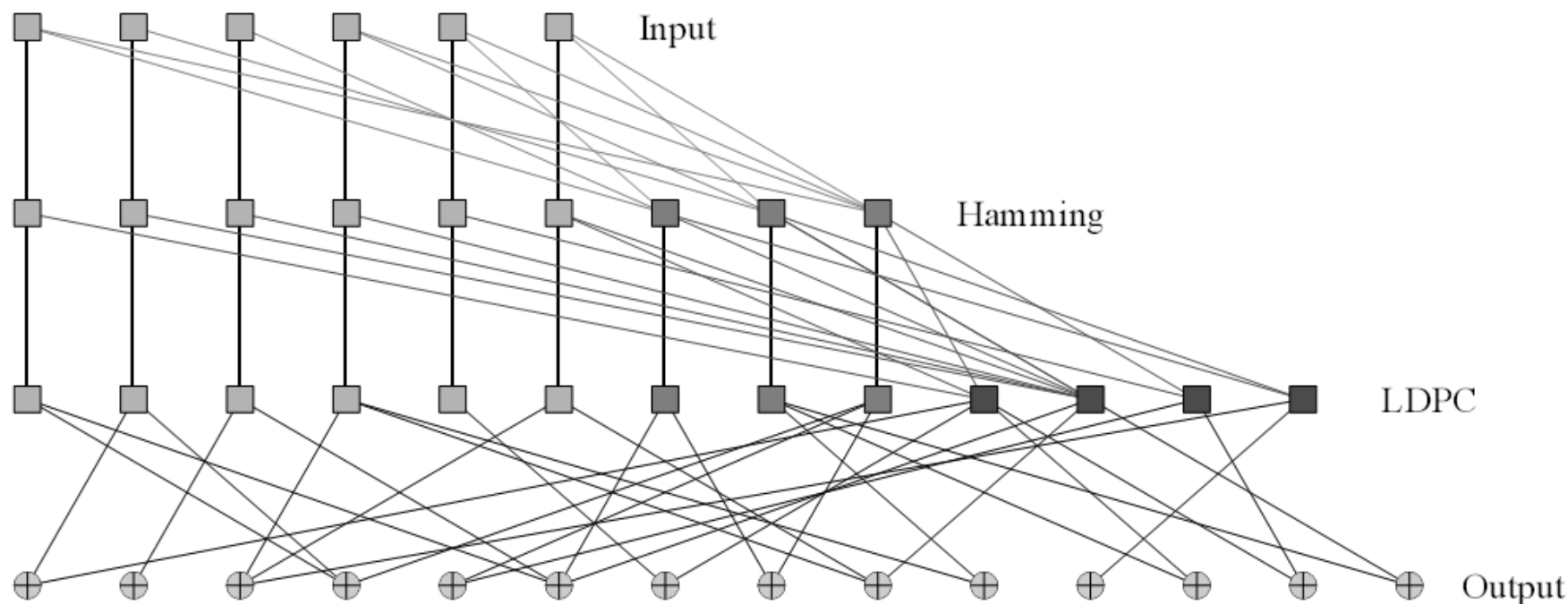
Tehnici de codare de tip Digital Fountain

- Coduri Raptor sistematice
 - Algoritm de codare
 - Algoritm de decodare
- Servicii MBMS
- Utilizarea codurilor raptor în MBMS

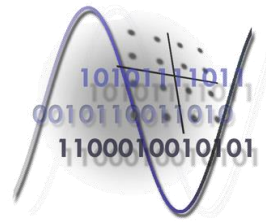
Coduri Raptor



- Codurile Raptor prezentate nu sunt sistematice!!



Coduri Raptor Sistematice

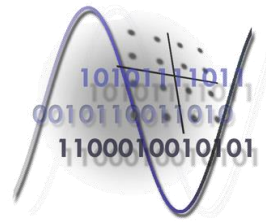


- Se consideră un cod Raptor $(k, C, \Omega(d))$, care pentru decodare "sigură" necesită un overhead ε
- Pachetele (simbolurile) informaționale se notează cu $X = X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$
- Pre-codorul C generează un cuvânt de cod cu lungime n , pe baza relației:

$$u^T := G \cdot x^T$$

- G este matricea generatoare a codului
- u este cuvântul de cod la ieșirea pre-codorului, și reprezintă simbolurile de intrare în codorul LT

Coduri Raptor Sistematice

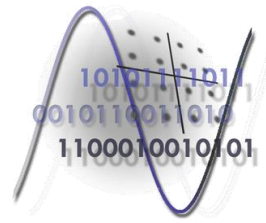


- Pentru obținerea unui simbol de ieșire se generează un grad d după distribuția $\Omega(d)$ și se selectează uniform d pachete din u
- Simbolul de la ieșire se obține prin înmulțire vectorului u^T cu un vector aleator v , de lungime n care conține d valori de 1 și restul 0

$$z_t = v_t \cdot u^T$$

- cu z_t se notează simbolul codat în momentul t iar vectorul v_t este vectorul asociat simbolului codat z_t

Coduri Raptor Sistematice



- La un set de N simboluri codate se poate asocia o matrice S cu dimensiuni $N \times n$, a cărei linii sunt vectorii de codare asociați simbolurilor de ieșire
- Putem scrie ca:

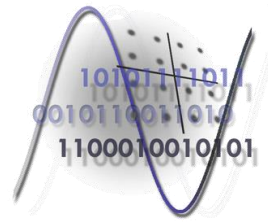
$$z^T = S \cdot u^T$$

unde Z este vectorul format din cele N simboluri de ieșire

- Dacă se ține cont de relația de codare a precodului, se obține:

$$z^T = S \cdot G \cdot x^T$$

Coduri Raptor Sistematice

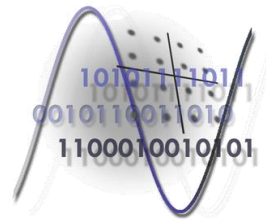


- Pentru decodarea codului Raptor trebuie rezolvat sistemul de ecuații dat de:

$$z^T = S \cdot G \cdot x^T$$

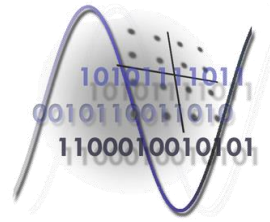
- Acest sistem de ecuații are soluție numai dacă matricea $S \cdot G$ are rangul egal cu k
- Prin eliminare Gaussiană se identifică k linii a matricei S , cu indicii i_1, i_2, \dots, i_k , a.î. matricea A formată din aceste linii, înmulțită cu matricea G să fie inversabilă
- Se notează cu $R = A \cdot G$

Coduri Raptor Sistematice



- Algoritmul de generare a matricei R (necesar pentru implementarea codorului sistematic)
 - se generează $k(1+\epsilon)$ vectori v_t conform distribuției $\Omega(d)$, acești vectori reprezintă liniile matricei S
 - Se calculează produsul $S \cdot G$
 - Prin eliminare Gaussiană se determină indecși i_1, i_2, \dots, i_k astfel încât submatricea R a matricei $S \cdot G$ formată din liniile indicate de acești indecși să fie inversabil.
 - R este o matrice de $k \times k$

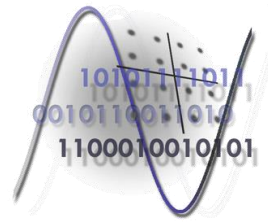
Coduri Raptor Sistematice



$$\begin{array}{c} n \\ \text{---} \\ \text{S} \\ \text{---} \\ k(1+\epsilon) \end{array} \times \begin{array}{c} k \\ \text{---} \\ \text{G} \\ \text{---} \\ n \end{array} = \begin{array}{c} k \\ \text{---} \\ \text{S} \cdot \text{G} \\ \text{---} \\ k(1+\epsilon) \end{array}$$

$$\begin{array}{c} k \\ \text{---} \\ \text{S} \\ \text{---} \\ k(1+\epsilon) \end{array} \begin{array}{c} v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{ik} \end{array} \longleftrightarrow \begin{array}{c} k \\ \text{---} \\ \text{R} \\ \text{---} \\ k \end{array} \quad \text{Inversabil}$$

Coduri Raptor Sistematice



- ***Algoritmul de codare a codurilor Raptor sistematice***

- se generează vectorul $y=(y_1, y_2, \dots, y_k)$ astfel:

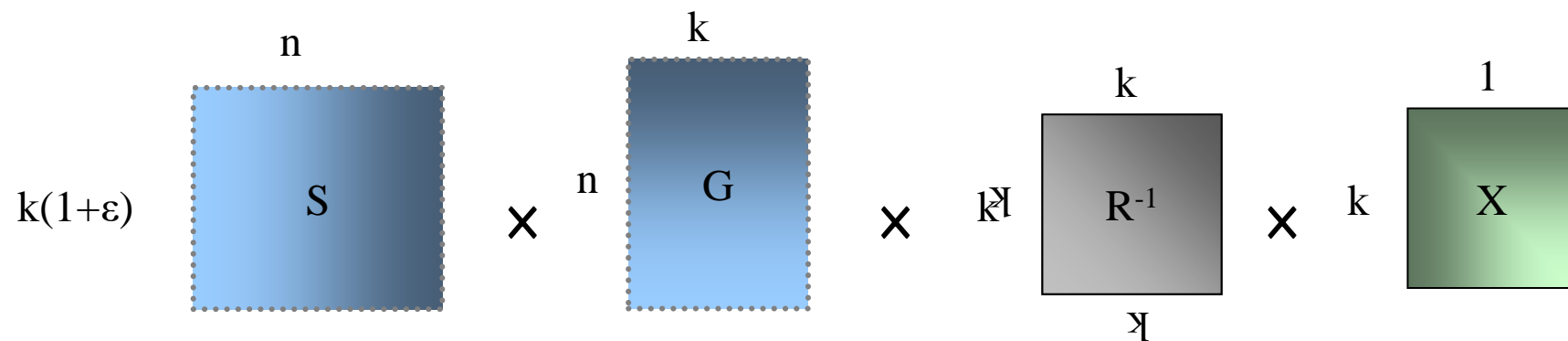
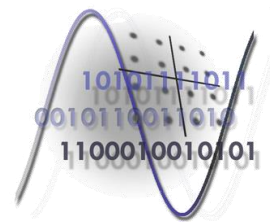
$$y^T = R^{-1}x^T$$

- Simbolurile y se aplică la intrarea precodului și se obțin simbolurile u

$$u^T = G \cdot y^T$$

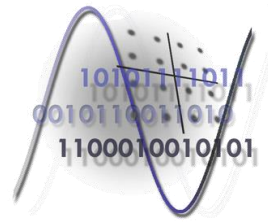
- Se calculează $z_i := v_i \cdot u^T$ pentru $1 \leq i \leq k(1+\epsilon)$
- Se generează simbolurile de ieșire $z_{k(1+\epsilon)+1}, z_{k(1+\epsilon)+2}, \dots$ pe baza codului LT $(n, \Omega(d))$

Coduri Raptor Sistematice- Codare



Intrarea prima dată este înmulțit cu matricea de decodare și după aceea este codat, deci ieșirile z_{i1} , z_{i2} , ..., z_{ik} sunt egale cu intrările x_1 , x_2 , ..., x_k

Coduri Raptor Sistematice



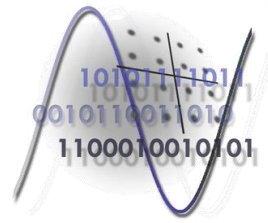
- ***Algoritmul de decodare a codurilor Raptor sistematice***

- Se decodează codul Raptor normal, se obțin simbolurile $y=(y_1, y_2, \dots, y_k)$
- Vectorul y înmulțește matricea R și se obține

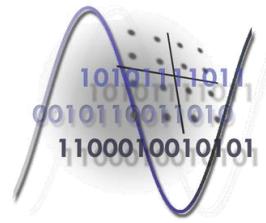
$$x^T = Ry^T$$

- Vectorul $x=(x_1, x_2, \dots, x_k)$ reprezintă simbolurile informaționale recepționate

MBMS

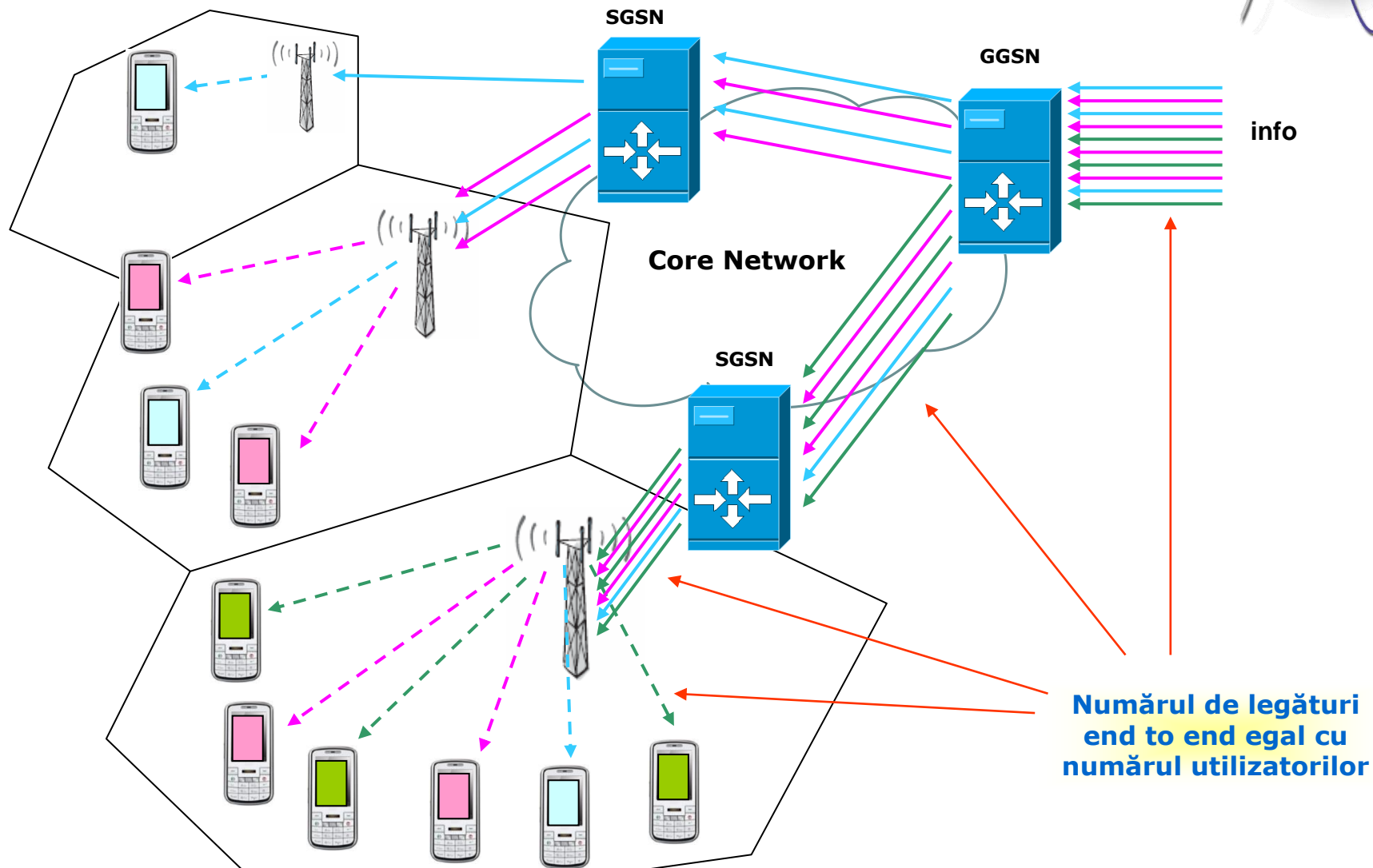
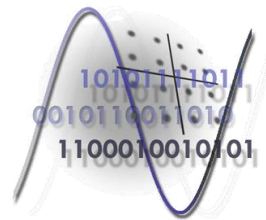


- MBMS - **M**ultimedia **B**roadcast/**M**ulticast **S**ervice
 - Scopul este transmisia informației în mod eficient de la o sursă la mai multe destinații mobile
 - Canal foarte variabil
 - Resurse limitate
 - Multe pachete pierdute
 - Sistemele celulare sunt optimizate pentru transmisii punct la punct
 - Nu se utilizează caracterul “broadcast” a canalului radio

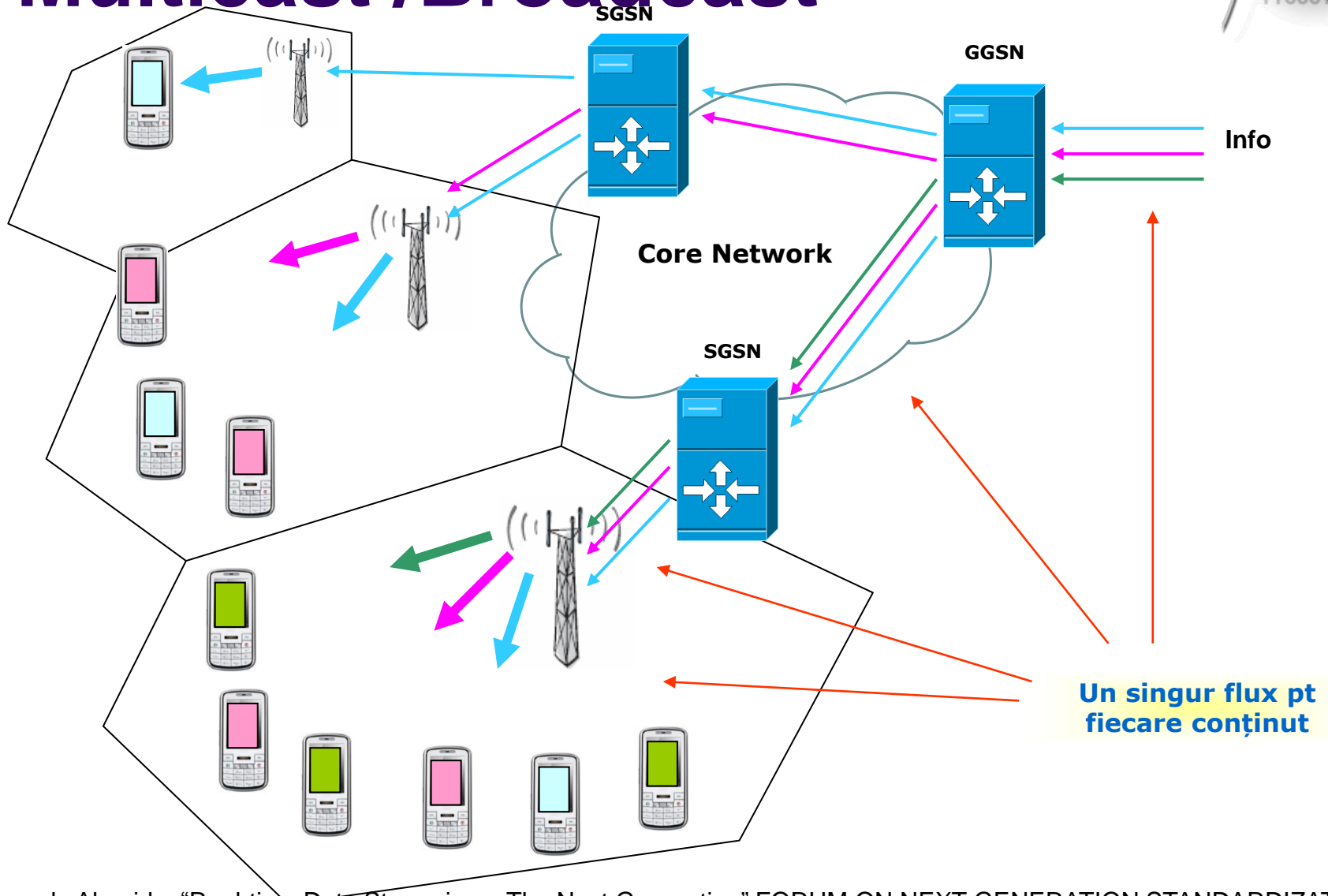
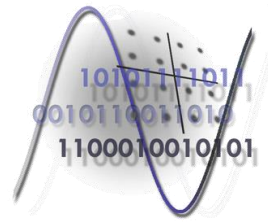


- În cazul unor aplicații mai mulți utilizatori recepționează același date în același timp: ar fi benefic pentru rețea să se transmită informația o singură dată pe o anumită legătură
- Pentru transmiterea informației la mai mulți utilizatori poate fi utilizat Cell Broadcast Services (CBS).
- IP multicast, așa cum este implementat, nu permite utilizatorilor să partajeze resursele în rețea *core* sau pe canalul radio

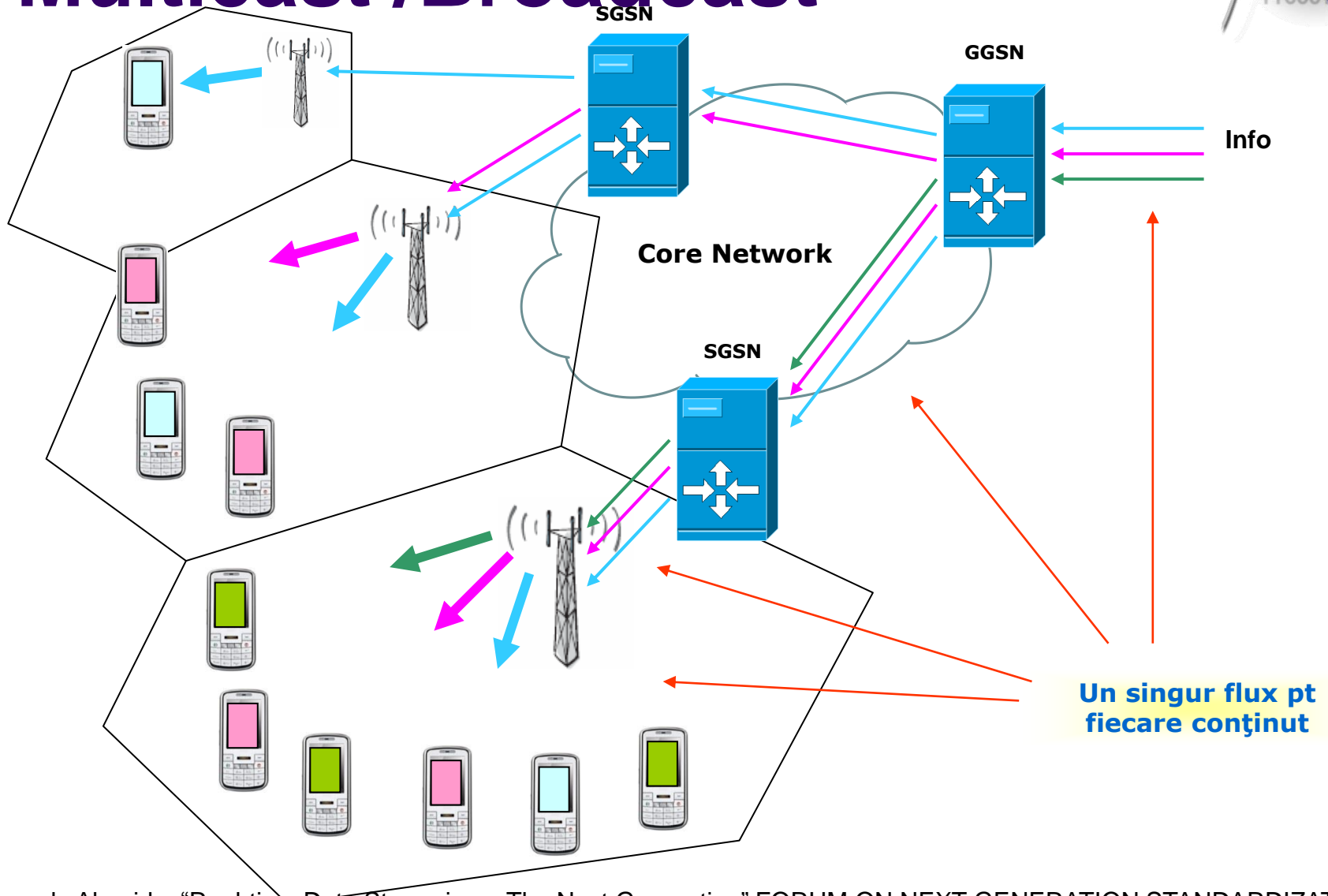
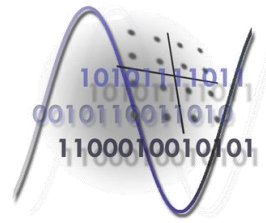
Unicast



Multicast / Broadcast



Multicast / Broadcast



Utilizarea codurilor raptor în MBMS

