

이동통신 시스템의 Inter-frequency/inter-system handover에서 Dynamic Common channel을 이용한 효율적인 OV-SF(Orthogonal Variable Spreading Factor) code 이용 방안

이종원, 구연상, 우인호, 예정화
현대전자산업주식회사
Office) 02)580-5394
Fax) 02)580-5437

Effective management method of OV-SF code using Dynamic Common Channel at Inter-frequency/inter-system handover in UTRA

Changwon Lee, Yeonsang Koo, Inho You, Junghwa Ye
Hyundai Electronics Industries Co., Ltd.
E-mail) cruise@hei.co.kr

Abstract

This paper introduces a more effective usage of the limited OV-SF code in compressed mode which is used during inter-frequency/inter-system handover in UTRA(UMTS(Universal mobile telecommunications System) Terrestrial Radio Access). The usage is to use dynamic common channel which is shared by several users during the compressed mode.

서론

이동통신 이동통신에서 inter-frequency/inter-system handover와 같은 hard handover 상황에서 단말기는 현재 연결되어 있는 base-station에서 전송되는 신호 뿐만 아니라 handover하기 전에 target base-station의 정보를 습득하는 과정이 필요하다. 이 경우, 단말기가 두 기지국에서 전송되는 신호를 모두 수신할 수 있어야 하는데, 동시에 두 신호를 수신한다면 단말기 부피가 커진다는 문제점이 있다.

Compressed mode는 이 문제점을 해결하기 위해 사용되는 방식으로, (그림 1)과 같이 주파수가 다른거나 system(UTRA, GSM, CDMA2000 등)이 다른 인접 base-station의 정보를 받을 때는 현재 연결되어 있는 base-station에서 신호의 전송을 잠시 멈추고 단말기가 인접 base-station의 정보를 받을 수 있게 하는 방식이다.

Compressed mode 방식으로 현재 사용되고 있는 방식으로는 puncturing을 이용한 방식과 spreading factor(SF)를 낮추는 방식이 있다 [1].

이러한 방식들에서 문제점으로 code shortage problem, puncturing algorithm의 복잡도 증가 등이 있다.

본 논문에서 제안하는 방식은 각 기지국에서 inter-frequency/inter-system handover를 수행하는 단말기들을 위하여 dynamic common channel을 사용하고, time sharing을 이용하여 OV-SF(Orthogonal Variable Spreading Factor) code의 효율성을 높여 기존 compressed mode방식의 code shortage problem과 puncturing algorithm의 복잡도를 해결하는 방식이다.

기지국은 해당 지역 내에 compressed mode를 들어가고자 하는

단말기가 있을 경우 그 단말기에 해당하는 common channel의 OV-SF를 할당하여 사용하고, 또 다른 단말기가 compressed mode에 들어가고자 할 경우, 기존에 사용되고 있는 common channel을 time sharing하여 사용할 수 있다면, 기 할당되어 있는 OV-SF code의 sub tree의 code들을 common channel에 할당하여 사용하고, 기 사용중인 common channel을 사용할 수 없다면 새로운 common channel을 생성하여 사용한다.

각 common channel에 할당된 radio resource(OV-SF code 등)은 그 common channel을 이용하던 모든 단말기들이 compressed mode를 알 때 해제하여 다른 용도로 사용할 수 있게 하는 방식이다.

그리고, inter-frequency handover를 수행하는 단말기들은 slotted data를 common channel의 정해진 영역에 할당하여 송수신함으로써, 기존 방식이 가지고 있던 여러 문제를 해결할 수 있다.

본론

제안하는 방식은 이동통신에서 compressed mode를 이용하여 inter-frequency/inter-system handover를 해야 하는 경우 dynamic common channel을 이용해서 기지국 내의 여러 단말기의 inter-frequency/inter-system handover를 지원해 주는 것이다.

(그림 2)는 단말기가 dynamic common channel을 이용하여 compressed mode 방식을 구현하는 것을 보여 주고 있다. 여기서 단말기는 idle period(단말기가 hard handover를 하기 전에 target base-station의 정보를 수집하는 기간)동안 연결되어 있는 base-station과의 data 수신을 할 수 없다. Dynamic common channel은 이러한 idle period를 포함하고 있는 frame을 전송할 경우 그 frame의 data 일부를 전송하는 데 사용되어진다.

그리고, (그림 3)은 하나의 dynamic common channel을 compressed mode를 이용하고 있는 여러 단말기들이 사용하는 것을 보여 주고 있다. (그림 3)에서 보듯이 compressed mode를 이용하는 단말기들에서 idle period가 포함되어 있는 frame의 위치가 각 단말기마다 다를 경우, 하나의 dynamic common channel을 이용하여 여러 단말기가 사용할 수 있다.

제안하는 방식에서 존재되는 가점은 다음과 같다.

- 1) DVSF code는 (그림 4)와 같이 tree 구조로 되어 있다. [2]
- 2) DVSF code set에서 하나의 DVSF code가 사용되고 있을 경우, 그 DVSF code의 상의 또는 하의 가지에 있는 DVSF code는 사용하지 않는다.
- 3) 비동기 이동통신에서 base-station에서 단말기로 data 전송할 때 사용하는 SF는 4부터 512인 것을 사용한다.
- 4) 연결되어 있는 단말기(a)가 사용하고 있는 SF는 SF(a)이고 DVSF code는 O(a)이다.

이 가점은 DVSF code의 orthogonal 특성을 만족하기 위한 일반적인 것들과 비동기 이동통신에서 정의된 것이다.

Base-station에서 사용할 수 있는 DVSF code 개수 N_{OVSF_TOT} 는

$$N_{OVSF_TOT} = \sum_{k=2}^9 2^k \quad (1)$$

이다.

SF는 2의 승수로 나타내지며, 이 승수 $P(SF(a))$ 는

$$P(SF(a)) = \log_2 SF(a) \quad (2)$$

$$2 \leq P(SF(a)) \leq 9$$

이다.

SF가 SF(a)인 DVSF code O(a)를 사용하고 있는 단말기(a)가 있을 경우, 사용할 수 없는 DVSF code 개수 $N_{OVSF_a_useless}$ 는

$$N_{OVSF_a_useless} = \sum_{k=0}^{9-P(SF(a))} 2^k \quad SF(a) = 4$$

$$= \sum_{k=1}^{9-P(SF(a))} 2^k + P(SF(a)) - 1$$

$$SF(a) \geq 8 \quad (3)$$

이다.

Compressed mode를 위해 제안하는 dynamic common channel을 사용할 경우, dynamic common channel에 할당할 DVSF code, O(b)의 SF, SF(b)는 이미 DVSF code를 사용하고 있는 단말기(a)가 사용하고 있는 SF(a)와 같다. 따라서, dynamic common channel이 사용될 경우, 추가적으로 사용할 수 없는 DVSF code의 개수, $N_{OVSF_D_useless}$ 는

$$N_{OVSF_D_useless} = \sum_{k=0}^{9-P(SF(D))} 2^k \quad SF(D) = 4$$

$$= \sum_{k=1}^{9-P(SF(D))} 2^k + P(SF(D)) - 1$$

$$SF(D) \geq 8 \quad (4)$$

이다.

단말기(a)가 compressed mode에 들어가서 dynamic common channel을 사용할 경우, 사용할 수 없는 DVSF code 개수, $N_{OVSF_NEW_useless}$ 는

$$N_{OVSF_NEW_useless} = N_{OVSF_a_useless} + N_{OVSF_D_useless}$$

$$SF(D) = 4$$

$$= N_{OVSF_a_useless} + N_{OVSF_D_useless} - P(SF(D)) + 2$$

$$SF(D) \geq 8 \quad (5)$$

또는

$$N_{OVSF_NEW_useless} = N_{OVSF_a_useless} + N_{OVSF_D_useless} \quad (6)$$

이다.

여기서, 식(5)은 O(D)가 DVSF code 구조에서 O(a)와 연결된 상위에 존재할 경우 사용할 수 없는 DVSF code 개수이고, 식(10)은 O(D)가 DVSF code 구조에서 O(a)와 연결되지 않은 상위에 존재할 경우 사용할 수 없는 DVSF code 개수이다.

기존의 방식에서 SF를 반으로 줄이는 방식을 이용할 경우, compressed mode에 들어가는 단말기(a)에 할당할 DVSF code를 O(a)라고 하고, 그 SF를 SF(a)이라고 하면,

$$SF(R) = SF(a) / 2 \quad (7)$$

이다.

기존의 방식에서 SF를 반으로 줄이는 방식을 이용할 경우, 사용할 수 없는 DVSF code 개수, $N_{OVSF_R_useless}$ 를 알아보면,

$$N_{OVSF_R_useless} = \sum_{k=0}^{9-P(SF(R))} 2^k$$

$$SF(R) = 4 \quad (8)$$

$$= \sum_{k=1}^{9-P(SF(R))} 2^k + P(SF(R)) - 1$$

$$SF(R) \geq 8$$

이다.

이 경우, 단말기(a)가 SF를 반으로 줄이는 방식을 이용하여 compressed mode를 사용할 경우, 사용할 수 없는 DVSF code 개수, $N_{OVSF_NOW_useless}$ 는

$$N_{OVSF_NOW_useless} = N_{OVSF_R_useless} \quad (9)$$

또는,

$$N_{OVSF_NOW_useless} = N_{OVSF_a_useless} + N_{OVSF_R_useless} \quad (10)$$

이다.

여기서, $N_{OVSF_NOW_useless}$ 에 해당되는 O(R)의 SF(R)은 식(7)에서 보듯이 SF(a)보다 반 작은 값이다. 그리고, 식(9)는 O(R)이 DVSF code 구조에서 O(a)와 연결된 상위에 존재할 경우 사용할 수 없는 DVSF code 개수이고, 식(10)은 O(R)이 DVSF code 구조에서 O(a)와 연결되지 않은 상위에 존재할 경우 사용할 수 없는 DVSF code 개수이다.

제안하는 dynamic common channel을 이용하는 방법과 기존의 방식인 SF를 반으로 줄이는 방식을 이용할 경우, 사용할 수 없는 DVSF code의 비율을 알아보면,

$$R_{OVSF_NEW_useless} = N_{OVSF_NEW_useless} / N_{OVSF_TOT} \times 100 \quad (11)$$

이며,

$$R_{OVSF_now_useless} = N_{OVSF_now_useless} / N_{OVSF_TOT} \times 100 \quad (12)$$

이다.

단말기 (a)의 SF별론 이 비율을 비교해보면, (표 1.a)와 (표 1.b)와 같다.

결론

제안하는 dynamic common channel을 이용한 compressed mode는 (표 1.a)와 (표 1.b)에서 기존 compressed mode 방식으로 사용하고 있는 SF를 밖으로 줄이는 방식과 비교하였다.

(표 1.a)에서 보듯이 단말기 하나이고 compressed mode에서 제안하는 dynamic common channel과 SF를 밖으로 줄인 channel에 단말기에 할당된 DVSF code, D(a)와 같은 가지에 있을 경우, 사용할 수 없는 DVSF code의 비율은 같다.

그러나, (표 2.b)에서 보듯이, compressed mode에서 사용하는 channel에 할당된 DVSF code가 단말기에 할당된 DVSF code, D(a)와 같은 가지에 있지 않은 경우, 제안하는 dynamic common channel을 사용할 경우 DVSF code 활용성은 최고 19.94%이고 평균 4.8% 증가함을 보인다.

현재, 제안한 기술은 단말기 하나가 DVSF code를 사용하면서 compressed mode를 이용할 경우에 대해 연구되었고, 여러 단말기가 compressed mode를 이용할 경우 및 일반적인 상황에 대한 연구가 진행되어지고 있다.

Reference

- [1] 36 TS 25.211: "Physical channels and mapping of transport channels onto physical channels (FDD)".
- [2] 36 TS 25.213: "Spreading and modulation (FDD)".

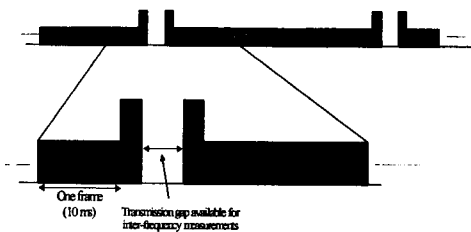


그림 1. Compressed mode transmission

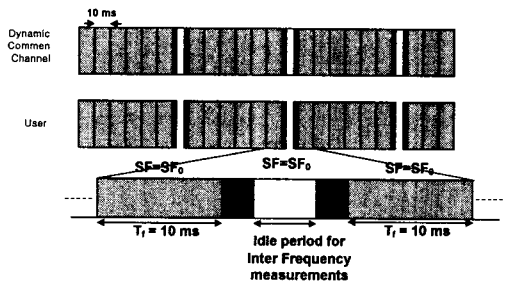


그림 2. Compressed mode 동작 시, Frame 구성 상태

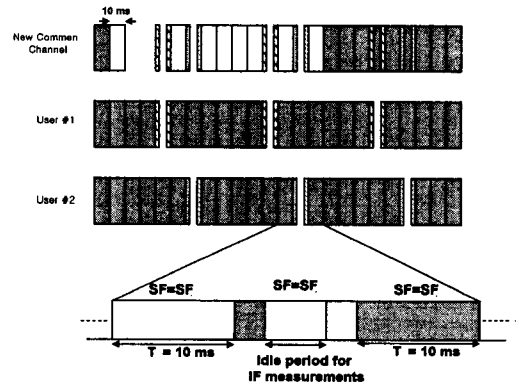


그림 3. Compressed mode 동작 시, 사용 자간 common channel 이용 상태

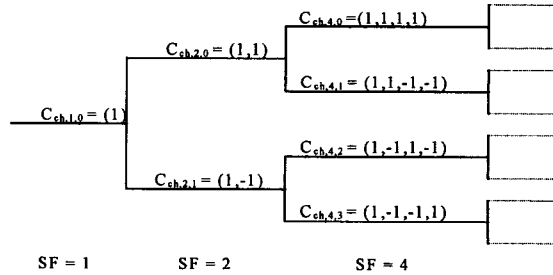


그림 4. DUSF Code tree

표 1.a 제안하는 방식과 기존 SF를 받은 후 줄이는 방식을 이용할 경우 비교
(0(R)이 DUSF code 구조에서 0(m)와 연결된 상의에 존재할 경우)

SF(m)	4	8	16	32	64	128	256	512
P(SF(m))	2	3	4	5	6	7	8	9
$R_{DUSF \text{ new codeless}}$	-	25	12.55	6.37	3.33	1.86	1.18	0.88
$R_{DUSF \text{ REU codeless}}$	50	25	12.55	6.37	3.33	1.86	1.18	0.88

단위 : %

표 1.b 제안하는 방식과 기존 SF를 받은 후 줄이는 방식을 이용할 경우 비교
(0(R)이 DUSF code 구조에서 0(m)와 연결된 상의에 존재하지 않을 경우)

SF(m)	4	8	16	32	64	128	256	512
P(SF(m))	2	3	4	5	6	7	8	9
$R_{DUSF \text{ new codeless}}$	-	37.55	18.92	9.71	5.20	3.04	2.06	1.67
$R_{DUSF \text{ REU codeless}}$	50	25.10	12.75	6.67	3.73	2.35	1.76	1.57

단위 : %