

<http://dx.doi.org/10.7236/IIBC.2016.16.5.83>

IIBC 2016-5-13

五行을 이용한 위상 간섭 제거

Topological Interference Cancellation Using 5 Prime Substances

박주용*, 김정수**, 이문호***

Ju-Yong Park*, Jeong-Su Kim**, Moon-Ho Lee***

요약 본 논문에서는 五行[1]의 상보성원리를 위상 간섭제거에 응용했다. 상생과 상극개념을 송신과 수신인 직접신호와 간섭신호에 대응시켰다. 五行(5 prime substances : 5 user networks)과 같은 네트워크 토폴로지(topology)를 제안한다. 전송된 신호의 할당 가능성을 조절 및 간섭 할당 방법을 잘 선택해, 최적의 대칭 DoF(degree of freedom)가 다른 채널 동기 시간의 5 user 네트워크 달성이 가능함을 설명한다. 이론적으로는 5 user 네트워크가 무선 이동 채널 환경에 잘 match 된다는 결과를 보이고, 제안한 네트워크가 무선 네트워크 응용에 적용될 수 있음을 보여주는 다른 채널 동기 시간에 대해 대칭 DoF를 달성함을 보인다. 5 user 네트워크 토폴로지에서 modulo 3 성능을 이용하면 송신기 협력이 간섭 할당 방법으로 2/3의 DoF를 보다 쉽게 달성할 수 있다.

Abstract In this paper, we apply the complementation principle of five prime substances to reduce the phase interference. The transmitter and receiver match the concepts of co-operative and conflict to the direct and indirect signals. The result shows we investigate the proposed network topology such as 5 prime substances (5 user networks). The key observation is that optimal symmetric degree of freedom (DoF) can be achieved for 5 user network with different channel coherence times by adaptively selecting the interference alignment scheme via controlling the alignment feasibility of the transmitted signals. Theoretical results demonstrate the effectiveness of the proposed 5 user networks are well matched to the wireless mobile channel environment to achieve the symmetric DoF for different channel coherence times which ensures that the proposed networks are applicable for dense wireless network applications. Modulo 3 functionality in 5 user network topology makes it easier for the transmitter cooperation to achieve the DoF of 2/3 with the help of the interference alignment schemes.

Key Words : Coherence time, Degree of freedom, 5 prime substances, TIM.

1. 서론

五行(five prime substances)^[1]의 기본 원리는 3괘 인 정녕(錠木)과 2개 묘(墓)의 신문(神門)이 중첩되면 五行이 component가 된다. 이 점에 착안 五行 이론을 무선 통신 간섭에 응용할 수 있음을 밝힌다^[1]. 우주에서 양기(陽

氣)와 음기(陰氣)의 작용이 나오고, 이 양기와 음기의 상호 작용 및 조화의 덕분으로 삼라만상이 생성한다는 생각이 아주 오래된 우리 동이족의 사상이다. 음과 양은 고요함(靜)과 움직임(動), 약함과 강함이란 뜻이 된다. 예를 들면 세상의 모든 변화, 즉 만사의 기본적인 구별의 근원이 음, 양이라고 생각할 수 있다.

*정희원, 신경대학교 ICT융합학과

**정희원, 숭실사이버대학교 컴퓨터정보통신학과

***정희원, 전북대학교 전자정보공학부(교신저자)

접수일자 : 2016년 7월 7일, 수정완료 : 2016년 8월 27일

게재확정일자 : 2016년 10월 7일

Received: 7 July, 2016 / Revised: 27 August, 2016 /

Accepted: 7 October, 2016

***Corresponding Author: moonho@jbnu.ac.kr

Dept: Division of Electronic Engineering, Chonbuk National University, Korea

이 음과 양의 두 가지 氣가 작용하여 만물을 생성할 때, 氣(에너지)의 변화에는 五行 다시 말해서 木·火·土·金·水의 다섯 가지 성질의 氣가 있으며, 이 다섯 가지 성질의 氣, 즉 五行의 상생상극작용에 의해서 하늘과 땅의 만물이 생멸(生滅)한다.

사람의 몸도 이 음양五行의 작용에 의해서 운용된다고 볼 수 있다. 자연계의 온갖 현상과 존재도 거시적으로 보면 木·火·土·金·水의 다섯 가지의 성질로 나누어 대응시켜 생각할 수 있다¹¹⁾.

서양 사람은 모든 것을 미시적으로 생각하므로 우주 만물이 원소 106개로 형성되어 있고, 이 원소는 분자, 원자, 전자, 소립자들의 아주 미세한 입자로 구성되어 있다고 생각한다. 그러나 무한히 큰 우주의 운행원리의 근간을 이해하는 데는 五行의 상생상극관계를 이용하는 것이 큰 도움이 된다. 五行에서의 상생, 즉 '서로 낳는다'라는 것은 '어느 하나가 다른 하나를 낳는다'라는 뜻이 된다. 즉 '서로 에너지를 주어 작용 한다'는 의미이다.

예를 들면, 나무에서 언젠가는 반드시 불이 나고, 불이 타고 나면 재(흙)가 생긴다. 이 흙은 오랜 동안 묻혀 암석이나 쇠(金)가 되고 이 암석은 수기(水氣)를 응축시키므로 암석에서 물이 나온다.

상극(相剋)은 서로 거스른다는 뜻으로서, 물을 불에 끼얹으면 불이 꺼지고, 불은 쇠를 녹이고, 쇠로 나무를 치면 나무가 부러져 죽는다. 나무는 흙을 흡수하여 고갈시키며, 흙은 물을 흡수해버린다. 그림 1(a)는 五行의 상생상극 관계를 나타내고 있으며 그림 1(b)는 5각형과 그 5각형 속에 또 5각형이 들어 있어서, 한 개의 5각형 속에 무한히 많은 작은 5각형이 들어 있는 Fractal한 표현을 나타낸다. 즉 五行의 상생상극관계는 무한히 큰 거시적계(巨視的系)에도 무한히 작은 미시적계(微視的系)에도 존재함을 나타낸다. 다시 말해서 인체, 나무, 동물 등 우주 만물에 五行의 상생상극(相生相剋)관계가 들어 있다.

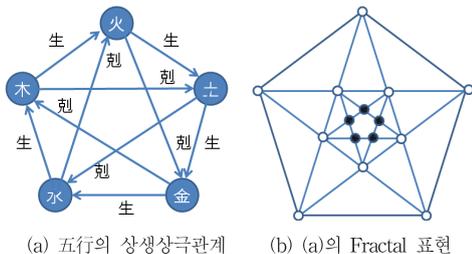


그림 1. 五行의 표현
Fig. 1. Expression of five prime substances.

五行의 상생 상극 원리는 서양에서 Niels Bohr (1885 ~1963 : 1922년 노벨상 수상)가 상보성원리(相補性原理)로 발표되었다¹²⁾. 즉 반대되는 것은 서로 보완적이다 (“Contraria Sunt Complement”)라는 라틴어 구호 밑에 음과 양이 서로 맞물려 있는 태극문양을 채택한 사실이 입증하듯, 상보성원리는 음과 양, 그리고 태극이라는 주역의 역(易)학 사상과 소유구조를 함께한다.

표 1. 五行의 대응 몇 가지 예
Table 1. Examples of five prime substances respond.

五行 事象	木	火	土	金	水
方向	東	南	中	西	北
季節	春	夏	長夏	秋	冬
色	青	赤	黃	白	黑
味	酸	苦	甘	辛	鹹
五臟	肝	心	脾	肺	腎
五部	膽	小腸	胃	大腸	膀胱
五官	目	舌	口	鼻	耳
五德	仁	禮	信	義	智
感情	怒	喜	思	悲	恐
動物	走類	飛類	人類	甲類	魚類
數字	八	七	五	九	六
位置	左	上	中	右	下
運動	進	昇	停	退	降
五覺	色	觸	味	香	聲
五畜	狗	羊	牛	鷄	亥
卦象	震	離	坤	兌	坎

지금 五行이 삼라만상에 대응되는 몇 가지 예를 들면 표 1과 같다. 이 표 1에서 알 수 있는 바와 같이 눈(目)은 木에 대응된다. 만일에 눈병이 나면 양의(洋醫)는 눈만 들여다보고 눈에 상처가 있으면 눈에 약을 바르고, 눈에 병균이 있으면 눈에 투약하여 병균을 죽이는 방식으로 치료 한다. 그러면 병증은 빨리 없어지나 눈병이 재발한다. 그런데 水生木이므로 신(腎: 水)을 보(補)하여 신을 튼튼히 하면 눈(木)이 튼튼해져서 눈병이 낫게 되며 한번 나으면 병의 원인이 제거된 것이므로 재발이 없다. 이것은 五行의 원리에 의한 한방치료(韓方治療)이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 태극의 상보성원리, III장에서는 五行을 위상기하학 기반무선통신 위상간섭 제어에 대해 서술하고, IV장에서 결론을 맺는다.

II. 태극의 상보성 원리^{[2][9]}

태극(太極)은 음(陰)과 양(陽)의 조화를 상징하고 건

곤감리(乾坤坎離)는 음과 양이 변화하고 발전하는 모습으로 건(乾)은 하늘을 상징하고, 곤(坤)은 땅을 상징하며 감(坎)은 물을, 리(離)는 불을 상징한다. 태극이 우주 만물의 상징임을 과학적으로 나타내면 다음과 같이 서술할 수 있다.

그림 2의 태극 패 건곤감리(3, 4, 5, 6)를 풀어보면 $\equiv \Rightarrow 3$, $\equiv \Rightarrow 4$, $\equiv \Rightarrow 5$, $\equiv \Rightarrow 6$ 이다. --은 1로, --을 0으로 놓아 디지털 표현을 한다. 예를 들어 3은 1, 1, 1 이고 $(1, 1, 1) = x_1, x_2, x_3$ 라 놓으면 $2^{x_1} + 2^{x_2} + 2^{x_3} = 2^1 + 2^1 + 2^1 = 1 + 1 + 1 = 3$ 이다. 6은 0, 0, 0인데 $(0, 0, 0) = (x_1, x_2, x_3) = 2^{1-0} + 2^{1-0} + 2^{1-0} = 2^1 + 2^1 + 2^1 = 6$ 이다. 태극은 양(+)과 음(-)이 결합하여 공존과 대립을 하는 양자역학의 양자(量子, quantum)를 상징한다. 양자는 양(+)과 음(-)이 대칭성과 또한 대칭성 깨짐으로 인해 양자역학의 다음과 같은 현상을 발생시킨다.

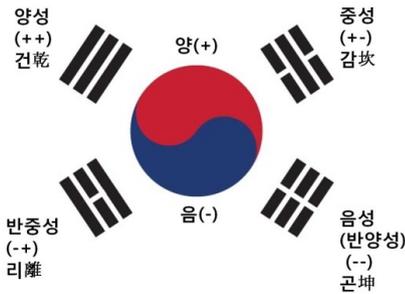


그림 2. 태극기
 Fig. 2. National flag.

입자성(+,++)과 파동성(-,+), 물질(+,++)과 반물질(-,+), 양성자(+)와 반양성자(-), 중성자(++)와 반중성자(-,+), 중성미자(++)와 반중성미자(-,+), 암흑물질(+,+)과 암흑에너지(-), N극(+)과 S극(-), +전하(+)와 -전하(-), 대칭성(+,++)과 대칭성 깨짐(-,+), 우회전(+,++)과 좌회전(-,+), 작용(+,++)과 반작용(-,+), 구심력(+)과 원심력(-), 산화(+)와 환원(-), 정반응(+,++)과 역반응(-,+), 쌍생성(+,++)과 쌍소멸(-,+), 등의 기본적인 양(+)과 음(-)의 공존과 대립이다.

태극의 음과 양은 스핀(spin)이 각각 -1/2, +1/2 로서, 이들은 좌회전, 우회전하며 물리적 대칭을 이루는 하나의 시스템(system)이며, 태극의 음(-)과 양(+)은 쌍생성과 쌍소멸을 가지며 중간 중간에 중성(++)과 반중성(-)이 나타난다.

건곤감리는 원자핵의 양성자(+), 반양성자(-), 중성자(+), 반중성자(-)를 상징하며, 이 사상(四象)은 입자와 우주가 가지고 있는 기본 자료이다.

건(乾)은 태양(太陽), 양성자, 인력(중력),+ 전하, 물질, 입자성, 우회전 등을 나타내고, 곤(坤)은 태음(太陰), 반양성자, 척력, -전하, 반물질, 암흑에너지의 특성, 파동성, 좌회전 등을 나타낸다. 감(坎)은 소음(少陰), 중성물질(중성자, 중성미자), 점력, 반발력(폭발력),작용에 반작용,+전하, 좌회전 등을 나타내고, 리(離)는 소양(少陽), 반중성물질(반중성자, 반중성미자), 공력, 균일력, 현상을 안정시키는 힘, 반작용에 작용, -전하, 암흑물질의 특성, 우회전 등을 나타낸다.

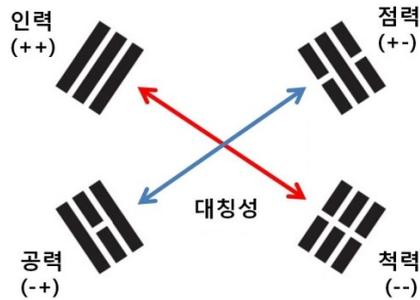


그림 3. 괘(掛)의 대칭성
 Fig. 3. Symmetry of trigram.

건곤감리의 4가지 기본 자료는 4가지 기본 힘을 가지고 있다. 그림 3에 보인 것처럼 건(乾)은 양성(+)의 힘, 물질이 가지고 있는 힘, 인력, 당기는 힘을 가지고 있고, 곤(坤)은 음성 또는 반양성(-)의 힘, 반물질이 가지고 있는 힘, 척력, 미는 힘을 가지고 있으며, 감(坎)은 중성(++)의 힘, 중성물질이 가지고 있는 힘, 점(입자) 및 작용에 반작용, 반발력, 폭발력을 의미한다. 그리고 리(離)는 반중성(-)의 힘, 반중성 물질이 가지고 있는 힘, 공간을 상징과 반작용에 작용 및 균일력, 분산력을 의미한다.

인력(+), 척력(-) 그리고 점력(+), 공력(-)은 각각 대칭성이 있다. 즉, 물질 뿐만 아니라 힘에도 대칭성이 성립한다. 이러한 힘들은 +, -, ++, --의 기본 자료를 통해 통합된다.

이들 힘은 단순한 거울상 또는 좌우대칭(bilateral symmetry)이 아닌 순환을 하는 대칭이다. 즉, 순환대칭(circulation symmetry)은 힘들의 대칭성과 대칭성 깨짐을 일으키는 원인이다. 그림 4에서와 같이 모든 양자들은

음과 양의 순환대칭을 통해 가만히 있지 않고 진동(vibration)을 한다. 이것이 입자들의 진동 매커니즘이다.

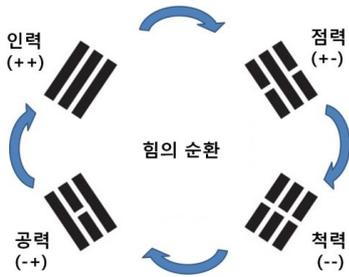


그림 4. 괘의 힘 순환
Fig. 4. Circulation of trigram power.

따라서 양(+)과 음(-)은 서로 대칭이고 중성(++)과 반중성(-+) 역시 서로 대칭이며, 또한 각각의 대칭들은 상대의 대칭성을 깨뜨린다. 이들의 순환은 질서이자 또한 카오스(chaos)이고 바로 양자역학의 불확정성 원리의 원인이다.

양자역학에서 관측되기 전의 음(-)과 양(+)은 하나로 중첩되어 있는데, 하지만 관측을 하게 되면 음(-)이나 양(+)으로 결정되게 된다. 즉, 음(-)과 양(+)이 중첩되어 있다는 의미는 상반적인 음과 양이 자체 순환을 한다는 의미이고, 관측을 하게 되면 순환과정중 하나가 결정되게 되는 것이다. 이것이 양자얽힘(quantum entanglement)의 순환성이다.

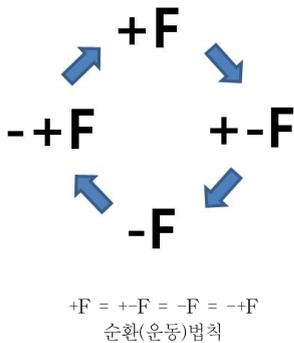


그림 5. 우주 대칭성의 순환표현
Fig. 5. Circulation expression of universe symmetry.

대립성은 대칭성이 있다. 즉, 성격은 전혀 상반되게 다르지만 서로 대칭성을 이루고 상호 작용하며 돕는다는 의미로, 과학적이면서도 철학적인 이러한 양자역학의 상보성은 결국 입자와 우주의 순환(循環, circulation, rotation)

성에 있다.

그림 5에 보인 것처럼 이러한 음(-)과 양(+)의 상보적 순환 중에 중성(++)과 반중성(-+)이 나타나며, 또한 중성(++)과 반중성(-+)의 상보적 순환 중에 음(-)과 양(+)이 나타난다. 이들은 대칭성을 위해 나아가지만 이들은 공존과 대립을 하기 때문에 대칭성이 깨지면서 대칭성을 이룬다. 이러한 $+F = +-F = -F = -+F$ (또는 $+F \rightarrow +-F \rightarrow -F \rightarrow -+F$) 순환은 단순히 반복이 아닌 시간의 방향성을 가지는 순환이다. 태극기도 앞에서 설명한 태극과 패로부터 창안되었지만 여기에는 현현한 우주의 부호화 원리를 담고 있으며, 동이족인 우리 상고 선인들의 자연관을 나타낼 뿐 아니라, 우리 민족의 숨결이 깊이 배어 있다. 여덟 개의 괘를 다 사용하지 않고 대칭성을 갖는 네 개만 태극 주위에 배치시켜 놓은 것도 태극을 중심으로 우주적 함축 정보를 표현하고 있다. 한편, 그림 6은 3개의 정낭과 2개의 墓의 神門을 보이는데 이것은 삶과 죽음의 상보성으로 5 行이 component이다. 그림 6에서 올레는 인간과 영혼이 각각 정낭과 墓의 神門을 통해 연결하는 통로이다. 그림 6(c)에서 보듯이 墓는 동서남북의 방향성을 갖도록 주변에 정 4각형 돌담을 쌓는다. 錠木은 3 bit 卦로 표시되고, 이 두 조합으로써 五行인 火 水 木 金 土인 五行을 잘 나타낼 수 있다.

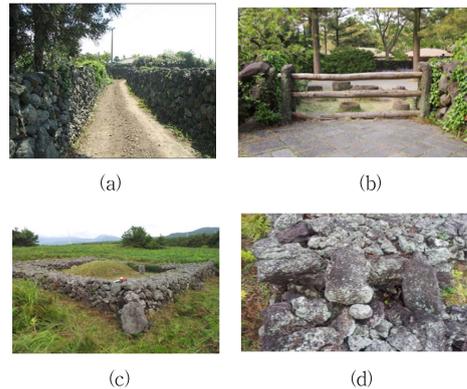


그림 6. (a) 올레 길 (b) 錠木 (c) 제주 墓 (d) 神門
Fig. 6. (a) Alle road (b) Jong Nang (c) Tomb (d) Tomb' s door.

III. 五行 위상기하학 기반 무선통신 간섭 제어

본 장에서는 제안한 네트워크 토폴로지^[7] 즉 5 user 네

트위크(五行이라 칭함)에 대해 소개하고, 그의 간섭할당 방법^[8]과 달성가능 대칭 DoF를 제시한다. 그림 7(a)의 외부 사이클은 五行간에 상호작용은 상생을 나타내고, 내부 사이클은 상극을 나타내고 있다. 송신기 T_k 및 수신기 R_k 셋(set)은 네트워크 토폴로지로부터 얻을 수 있고 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} T_1 &= \{1,4,5\}, T_2 = \{1,2,5\}, T_3 = \{1,2,3\}, T_4 = \{2,3,4\}, T_5 = \{3,4,5\} \& \\ R_1 &= \{1,2,3\}, R_2 = \{2,3,4\}, R_3 = \{3,4,5\}, R_4 = \{1,4,5\}, R_5 = \{1,2,5\} \end{aligned} \quad (1)$$

여기서 T_m 과 R_n 셋은 modulo 3 연산을 따른다. 즉 수신 셋 T_1 은 수신 셋 R_4 와 유사하고, T_2 는 R_5 와 유사하며 나머지도 마찬가지이다. 식 (1)을 토폴로지로 나타내면 그림 7(b)와 같다

간섭할당 방법으로 a, b, c, d, e 는 R_1 부터 R_5 까지 수신기에 수신될 각각의 메시지이며, 이 심볼들은 $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5 \in C^{4d}$ 와 같은 5개의 랜덤벡터로 프리코드(precode) 된다. 여기서 모든 4개의 벡터들은 선형적으로 독립이고 4차원 subspace를 cover한다. 이 심볼들은 다음과 같은 4 타임 슬롯으로 전송된다.

$$X_1 = V_1 d_1 + V_2 e_1, X_2 = V_2 a_1 + V_3 e_2 \quad (2)$$

$$X_3 = V_3 a_2 + V_4 b_1, X_4 = V_3 b_1 + V_4 c_1, X_5 = V_1 c_2 + V_5 d_2 \quad (3)$$

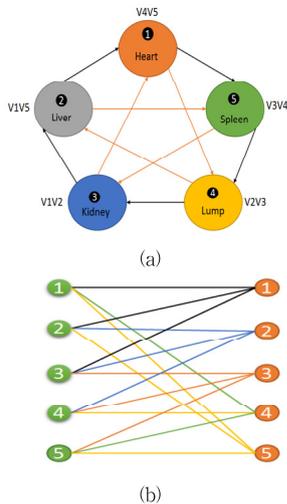


그림 7. (a) 五行 할당가능 그래프(modulo 3), (b) (5,3) 정규 셀룰러 네트워크 토폴로지
 Fig. 7. (a) Alignment feasibility graph (modulo 3) functionality of five prime substances and (b) A (5, 3) regular cellular network topology.

여기서 $X_m \in C^{4 \times 1}$ 은 각 해당 타임 슬롯에 신호를 전송하고 있는 송신기 m으로부터의 신호벡터이다. 채널 동기시간이 $(\tau_c) \geq 4$ 인 경우에 대해 고려해보면 채널 계수가 항상 일정하다. 이 동기시간에 5-user 네트워크에 대한 간섭할당 방법은 그림 8(b)에 주어졌다. 예를 들면 수신기 1에서 $R_1 = \{1,2,3\}$ 인 타임 슬롯 내에 수신된 신호를 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} Y_1 &= h_{11}X_1 + h_{12}X_2 + h_{13}X_3 + Z_1 \\ &= h_{12}V_2a_1 + h_{13}V_3a_2 + V_1h_{11}d_1 + V_2h_{11}e_1 + V_3h_{12}e_2 + V_4h_{13}b_1 + Z_1 \end{aligned} \quad (4)$$

여기서 식 (4)의 처음 두 항은 2차원 무간섭 subspace V_2 와 V_3 에 의해 제시된 원하는 신호 a_1 과 a_2 를 각각 나타낸다. 다음 네 항은 2차원 간섭 subspace V_1 와 V_4 에 의해 제시된 간섭신호들에 해당된다. V_5 에 나타난 전송 신호 X_4 와 X_5 가 수신기 1에 도달하지 않기 때문에 subspace V_5 는 수신기 1에는 없다. 따라서 수신기 1의 원하던 메시지(a_1 과 a_2) 는 성공적으로 복원될 수 있다. 같은 방법으로 모든 수신기들은 대칭 DoF가 2/3인 4 타임 슬롯 내에 원하는 메시지를 복원한다. 五行의 비상충행렬(non-conflict matrix)(A_5)은 그림 8(a)에 제시되어 있다. 이 그림에서 subspace V_5 는 수신기 1에는 존재하지 않지만 subspace V_1, V_2, V_3, V_4 는 수신기 2,3,4,5에 각각 나타나진 않는다.

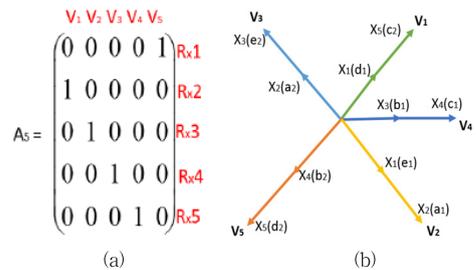


그림 8. (a) modulo 3을 적용한 (5,3) 정규 셀룰러 네트워크에 대한 비상충(non-conflict) 행렬 할당, (b)(a)의 해당 간섭 할당 방법(간섭 할당 방법, $(\tau_c) \geq 4$)
 Fig. 8. (a) Alignment Non-Conflict matrix for (5, 3) regular cellular network with modulo 3 functionality and (b) its corresponding Interference Alignment Scheme for $(\tau_c) \geq 4$.

$(\tau_c)=1$ 인 최악의 경우 페이딩 채널에 대해 생각해 보자. 다음과 같은 10차원 subspace-용 송신 신호를 전송하는데 사용될 10개의 타임 슬롯을 가정한다.

$$X_1 = V_1 d_1 + V_2 d_2 + V_4 e_1 + V_5 e_2 + V_7 d_5 + V_8 a_5 \quad (5)$$

$$X_2 = V_3 a_1 + V_4 a_2 + V_6 e_3 + V_7 e_4 + V_9 b_5 + V_{10} e_5 \quad (6)$$

$$X_3 = V_5 a_3 + V_6 a_4 + V_8 b_1 + V_9 b_2 + V_{10} c_5 + V_2 a_5 \quad (7)$$

$$X_4 = V_7 b_3 + V_8 b_4 + V_{10} c_1 + V_1 c_2 + V_3 d_5 + V_4 b_5 \quad (8)$$

$$X_5 = V_9 c_3 + V_{10} c_4 + V_2 d_3 + V_3 d_4 + V_5 c_5 + V_6 e_5 \quad (9)$$

여기서 위식들에서 5개 송신기 신호의 마지막 두 항들은 반복적으로 두 번 전송된다. 예를 들면 10 타임 슬롯 내에 수신기 1에서 수신신호를 $R_1 = \{1, 2, 3\}$, $y_1 = h_{11}X_1 + h_{12}X_2 + h_{13}X_3 + Z_1$ 으로 나타낸다. 즉

$$y_1(1) = d_1 h_{11}(1) + c_5 h_{13}(1), y_1(2) = d_2 h_{11}(2) + a_5 h_{13}(2)$$

$$y_1(3) = d_1 h_{12}(3), y_1(4) = e_1 h_{11}(4) + a_2 h_{12}(4)$$

$$y_1(5) = e_2 h_{11}(5) + a_3 h_{13}(5), y_1(6) = e_3 h_{12}(6) + a_4 h_{13}(6)$$

$$y_1(7) = d_5 h_{11}(7) + e_4 h_{11}(7), y_1(8) = a_5 h_{11}(8) + b_1 h_{13}(8)$$

$$y_1(9) = b_2 h_{12}(9) + a_2 h_{13}(9), y_1(10) = e_5 h_{12}(10)$$

이다.

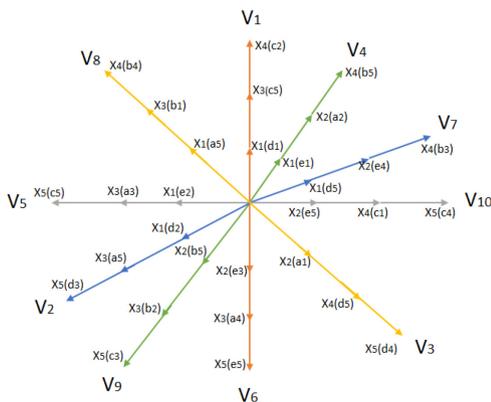


그림 9. modulo 3가 적용된 (5,3) 정규 셀룰러 네트워크 간섭할당 방법, $(\tau_c)=1$

Fig. 9. Interference Alignment Scheme for (5, 3) regular cellular network with modulo 3 functionality when $(\tau_c)=1$.

심볼 $\{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\}$ 는 $\{y_1(2), y_1(3), y_1(4), y_1(5), y_1(6), y_1(8)\}$ 로부터 쉽게 복원될 수 있다. 원하는 심볼 a_1 과 a_2 는 각각 2차원 subspace V_3 과 V_4 에 위치한다. 심볼 a_3, a_4, a_5, d_5 는 각각 4차원 subspace V_5, V_6, V_2, V_7 에 의해 나타내진다. 간섭을 제거한 후 모든 5개의 심볼 $\{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\}$ 을 수신기 1에서 DoF가 2/3인 10 타임슬롯 내에 복원할 수 있다. 같은 방법으로 모든 수신기는 대칭 DoF가 2/3인 언하는 신호를 복원할 수 있다(부록 참조). 간섭 할당 방법은 그림 9에 보이고 있으며, 여기서 송신기는 $(\tau_c)=1$ 인 10차원 subspace 이다.

IV. 결론

본 논문에서는 五行의 상보성원리를 위상 간섭제거에 응용했다. 상생과 상극개념을 송신기와 수신기의 직접신호와 간섭신호에 대응시켰다. 태극의 상보성과 양자역학과의 관련성에 대해 기술하였다. 송신기 협력을 통해 토폴로지 간섭 처리 문제에 대해 고려해 보았고, 五行에 대한 DoF 영역의 특성을 제시하였다. 5 user 네트워크 토폴로지에서 modulo 3 성능을 이용하면 송신기 협력이 간섭 할당 방법으로 2/3의 DoF를 보다 쉽게 달성할 수 있다.

References

- [1] Lee Choong Woong, The Energy is congregating in the Korean Peninsula, Gypmundang 1997.
- [2] Bohr Niels, "On the Notions of Causality and Complementarity," Science, vol. 111, pp.51-54, Jan. 1950.
- [3] Fritjof Capra, "The Tao of Physics: An Exploration of the parallels between modern physics and Eastern mysticism," Philosophy East and West, vol. 28, pp. 387-39, Jul 1978.
- [4] A. Tehrani, A.Dimakis and M.neely, "Bipartite index coding," in Information Theory Proceedings (ISIT), pp.2246-2250, July 2012.
- [5] X. Yi and D. Gesbert, "Topological interference management with transmitter cooperation," in

Information Theory (ISIT), pp.846-850, July 2014.

[6] S. Jafar, "Topological interference management through index coding," in Information Theory, IEEE Transactions on, vol.60, no.1, pp.529-568, Jan. 2014.

[7] N. Naderializadeh and A. S. Avestimehr, "Interference networks with no CSIT: Impact of topology," in Information Theory Proceedings (ISIT), 2013 IEEE International Symposium on, pp.394-398, July 2013.

[8] S. Jafar, "Elements of cellular blind interference alignment-aligned frequency reuse, wireless index coding and interference diversity," arXiv:1203.2384v1 [cs.IT], Mar 2012.

[9] <http://blog.naver.com/applepop/220035139308>.

[10] Ju Yong Park, Jung Su Kim and Moon Ho Lee, "Jeju Jong-Nang Channel Code III," The Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication(JIIBC), Vol. 12, No. 5, October 2015.

[11] Jae Seung Yang, Ju Yong Park and Moon Ho Lee, "Jacket Matrix in Hyperbola," The Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication (JIIBC), Vol. 15, No. 3, June 2015.

부 록

(5,3) 五行 정규 네트워크의 DoF 계산

[5]에 의하면 그림 7은 2개의 Hamilton 사이클을 갖는 K=5 user(五行) (5,3) 정규 네트워크 토폴로지 그래프이다.

$$\text{Hamilton 사이클} \begin{cases} \text{외부} : 1 \rightarrow 5 \rightarrow 4 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow 1 \\ \text{내부} : 1 \rightarrow 4 \rightarrow 2 \rightarrow 5 \rightarrow 3 \rightarrow 1 \end{cases}$$

네트워크 토폴로지의 송신과 수신단을 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$T_1 = \{1, 4, 5\}, T_2 = \{1, 2, 5\}, T_3 = \{1, 2, 3\}, T_4 = \{2, 3, 4\}, T_5 = \{3, 4, 5\}$$

$$R_1 = \{1, 2, 3\}, R_2 = \{2, 3, 4\}, R_3 = \{3, 4, 5\}, R_4 = \{1, 4, 5\}, R_5 = \{1, 2, 5\}$$

따라서 user 수는 K=5 와 내부 및 외부 Hamilton 사이클 수 q=2를 이용하면 다음과 같은 대칭 DoF를 얻을 수

있다.

$$DoF = \left\{ \frac{2}{K-q} \right\} = \frac{2}{5-2} = \frac{2}{3} \quad (10)$$

저자 소개

박 주 용(정회원)



- 1994년 : 전북대학교 전자공학과 박사
- 1991년 ~ 2007년 : 서남대학교 전기 전자공학과 교수
- 2007년 3월 ~ 현재 : 신경대학교 ICT 융합학과 교수

<주관심분야 : 무선이동통신, 통신이론, Molecular communication>

김 정 수(정회원)



- 1998년 : 전북대학교 정보통신공학과 석사
- 2003년 : 전북대학교 컴퓨터공학과 박사
- 2002년 6월 ~ 현재 : 숭실사이버대학교 컴퓨터정보통신학과 부교수

<주관심분야 : 이동통신>

이 문 호(정회원) 교신저자



- 1984년 : 전남대학교 전기공학과 박사, 통신기술사
- 1985년 ~ 1986년 : 미국 미네소타 대학 전기과 포스트닥터
- 1990년 : 일본동경대학 정보통신공학 과박사
- 1970년 ~ 1980년 : 남양MBC 송신소장
- 1980년 10월 ~ 2010년 2월 : 전북대학교 전자공학부 교수
- 2009년 4월 ~ 2013년 8월 : WCU-2 연구책임교수
- 2015 : 국가연구개발 우수성과 100선
- 현재 : 전북대학교 전자공학부 초빙교수

<주관심분야 : 무선이동통신, 통신이론, Molecular communication>

※This work was supported by MEST, 2015R1A2A1A05000977, NRF, Korea.