

# 정보와 에너지의 관계에 대한 고찰

노영주  
 한국산업기술대학교 컴퓨터공학과  
 e-mail : yrho@kpu.ac.kr

## A Study on Relationships between Information and Energy

Young J. Rho  
 Dept. of Computer Engineering, Korea Polytechnic University

### 요 약

우리는 매일 다양한 미디어를 접하며 산다. 서로 다른 미디어는 서로 다른 특성의 정보를 표현하고 있다. 신문과 잡지가 다르고, 잡지와 책이 다르며, 책과 TV 가 다르며, TV 와 연극이 다르다. 다른 특성의 정보를 다른 구조로 표현하고 있는 것이다. 미디어는 물질의 원천인 에너지와 표현하고자 하는 정보로 구성되어 있다. 따라서, 미디어는 궁극적으로는 정보와 에너지의 기본적인 관계에 의존적이다. 에너지의 구조는 그 에너지의 정보이다. 정보의 관점으로 보면, 정보는 에너지의 구조로서 표현된다고 할 수 있다. 구조적 차이는 정보의 차이를 의미하고, 정보의 차이는 구조의 변화를 요구한다. 거시적인 관점에서 보면, 구조적 구성 능력을 달리하는 미디어들은 서로 다른 정보를 표현하고 있다는 의미이다. 또한, 정보는 또 다른 정보를 만들어 낼 수 있고, 측정될 수 있다. 측정의 자로서 정보의 넓이, 크기, 복잡도를 정의하였다.

### 1. 서론

우리는 끊임없이 정보를 주고받으며 주변과 커뮤니케이션을 하면서 산다. 정보를 보내는 송신자가 되어 보유하고 있는 정보를 보내려고 정보를 정보전달체에 실어서 수신자에게 보낸다. 또는 그 반대로 수신자가 되어 정보전달체를 이용하여 정보를 받아서 보유하는 커뮤니케이션을 한다(그림 1).



(그림 1) 정보전달 모형 [1]

우리는 하루의 시작선에서 아침 인사를 통해서 가족과 다정한 커뮤니케이션을 하고, 아침 신문을 통해서 밤사이 세상과 커뮤니케이션을 하고, 강의실에 앉아서 강의를 들으며 세상에 쌓여있는 지식과 커뮤니케이션을 한다. 친구와 전화로 격의없이 커뮤니케이션을 하고, 또한 경복궁에 들려 옛 주춧돌을 보며 과거

의 얘기로 유리알 같은 커뮤니케이션을 하기도 한다. 주말이 되면 친구들과 또다른 커뮤니케이션을 한다. 참으로 삶은 커뮤니케이션으로 가득하다.

이러한 커뮤니케이션을 보는 관점은 다양할 수 있으나, 그 중에서 시간과 장소의 차원으로 분류하여 보면 <표 1>에서 보여주는 바와 같이 4 개의 분면으로 나눌 수 있다.

<표 1> 커뮤니케이션의 차원

	같은 장소	다른 장소
같은 시간	강의실	전화
다른 시간	고궁	문서

어떤 차원의 커뮤니케이션이 되었던 정보를 전하는 전달체 또는 정보를 표현하는 표현체가 존재한다. 각 차원에 따라 전달자의 형태는 다르다. 강의실에서는 강사가 강의도구를 이용하여 정보를 전달하고, 전화로는 음성으로 표현된 정보를 전기적으로 전달하며, 고궁은 그 바랜 모습으로 옛일을 전달하고, 그리고 문서로는 시간과 장소의 구애를 받지 않고 문자, 그

림, 영상 등등으로 정보를 전달한다.

그런데, 같은 차원의 문서라 할지라도 정보의 특성에 따라 그 모양을 달리한다. 신문과 잡지가 다르고, 잡지와 교과서가 다르며, 교과서와 소설책이 다르며, 소설책이 만화책과도 다르다. 정보가 표현체의 모양을 다르게 하는 인자로서 역할 한다는 것을 알 수 있다.

또한, 한편으로는 같은 정보라 할지라도 표현 매체의 특성에 따라 그 정보를 달리한다. 종이 신문의 뉴스와 웹의 뉴스는 의미적으로는 같은 정보일 지라도 독자도 차이가 있고 전달되는 정보의 특성에도 차이가 생긴다.

예시한 바와 같이 정보와 물질적인 전달 매체 사이에는 상호 영향을 미치는 관계를 가지고 있다. 본 논문에서는 정보를 중심으로 그 관계를 접근하였다.

정보의 전달매체 또는 표현매체는 전하려는 정보와 그를 전달하기 위한 수단인 물질로 구성된다. 보다 미시적인 물리적 해석을 가한다면, 정보와 에너지로 구성되었다고 할 수 있다. 이 매체는 정보와 에너지의 상호관계로 존재한다.

## 2. 정보와 에너지의 관계

양자 물리학자인 Heisenberg 는 정보를 에너지의 구조적 속성으로서 기술하였다[2]. 다음과 같이 정의하였다.

*에너지의 구조는 그 에너지의 정보이다.  
(The structure of energy is its information.) ----- (1)*

(1)을 아무런 의미의 변화 없이 주체를 에너지로부터 정보로 바꾸어 보면, 다음과 같이 재 구성하여 표현할 수 있다.

*에너지의 정보는 에너지의 구조로 표현된다.  
(Information of energy is represented by the structure of energy.) ----- (2)*

(1)과 (2)로 표현된 관계는 정보는 구조로 표현됨을 보여주고 있다. 따라서,

*정보는 구조로 표현된다. ----- (3)*

정보와 에너지에 관한 관계의 관점을 정보에 무게를 두고 해석하면, 에너지는 그 어떤 정보를 표현하기 위해 그에 합당한 구조를 이루고 있다고 해석할 수 있다. 그러므로,

*정보는 에너지의 구조로 표현된다. ----- (4)*

(4)는 정보가 에너지의 구조에 영향을 미치는 인자임을 의미한다. 즉, (3)에서도 유추할 수 있듯이 정보가 바뀌면 에너지의 구조도 바뀌게 됨을 의미한다.

또한, (4)는 정보의 한계를 보여 주기도 한다. 즉, 정보의 표현은 에너지가 구성 가능한 구조로 제한된다. 그 외의 정보는 표현이 불가능하여 표현될 수 없어 전달될 수도 없음을 의미한다. 정보는 존재해도 커뮤니케이션은 존재할 수 없는 상태가 존재할 수 있다는 것이다. 따라서,

*정보는 에너지의 구조적 능력에 제한된다. ----- (5)*

정보를 다른 정보를 표현하기 위한 방법으로 사용할 수 있다. 이런 경우에 정보의 구조는 정보가 된다. 즉,

*정보의 구조는 그 정보에 관한 정보이다. ----- (6)*

따라서,

*정보는 재귀적(recursive)이다. ----- (7)*

이것은 마치 에너지가 물질을 이루어 인지가 가능한 물체로 형상화하는 과정에 비견될 수 있다.

## 3. 미디어

정보와 에너지의 관계에 관한 관계 (1)과 (4)는 정보와 에너지의 상호보완적인 원시적인 관계를 보여준다. 에너지는 정보 표현방법인 구조를 만들고, 저장하여 정보를 표현하는 것이다. 우리는 이러한 표현방법의 집합체를 일반적으로 미디어라고 부르고 있다.

*미디어는 정보 표현방법의 집합체이다. ----- (8)*

미디어는 그 것이 가지고 있는 정보표현 능력에 의해 정의될 수 있다. 미디어는 정보를 표현하기 위해 내재된 표현방법을 구조화 한다. 그러므로,

*정보는 미디어의 구조에 의해 표현된다. ----- (9)*

따라서, (5)와 같은 관점에서

*정보는 미디어의 구조화 능력에 의해 제한된다. ----- (10)*

미디어가 바뀔 경우는 표현방법도 바뀌게 된다. 예를 들면, 녹음된 음악은 악보상에는 음계로 표현된다. 즉,

*정보는 미디어에 따라 재구조화 될 수 있다. --- (11)*

한편, 재구조화 방식에 따라 미디어는 능동적인 미디어와 수동적인 미디어로 분류할 수 있다. 능동적인 미디어는 정보의 성격에 따라 미디어의 구조를 스스로 바꿀 수 있는 미디어이다. 그리고, 수동적인 미디어는 그렇지 못한 미디어이다. 인간과 같은 생명체는 능동미디어의 대표적인 예이고, 비 생명체인 종이라는 매체에 기반한 미디어는 수동매체의 대표적인 예라고 할 수 있다.

(11)에서 의미하는 것 처럼 정보는 미디어에 제한되므로 정보의 전달 또한 제한을 받는다. 따라서,

정보는 수신 미디어에 의존적이다.----- (12)

예를 들면, 한글 문서는 영어만 아는 사람들에게는 무의미한 정보이다. 의미가 있으려면 영어로 번역되어 제공되어야 한다. 어떤 한 사람의 국문 이력서와 영문 이력서의 내용은 동일하다. 하지만, 커뮤니케이션의 수신자가 되는 독자의 능력에 따라 정보는 다를 수 밖에 없다.

같은 이력서를 같은 프린터에서 출력하였다면 정보는 독자에 관계없이 동일할 것이다. 이 이력서를 하드디스크로 부터 CD 로 옮기면 저장매체는 다르지만 해당 이력서의 정보에는 차이가 없다고 할 수 있다. 따라서,

두 미디어의 구조적 능력이 같기만 하다면, 정보는 정확하게 복사될 수 있다.----- (13)

#### 4. 정보의 측정

정보와 에너지의 관계 (3)에서 의미하듯이 정보는 구조로 표현되므로 구조를 측정할 수 있으면 정보를 측정할 수 있다.

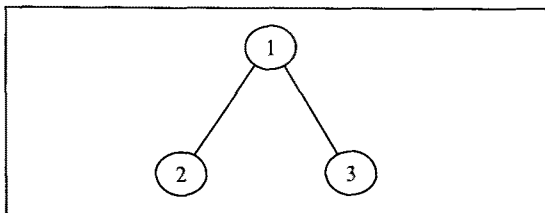
구조란 주어진 관심 대상 범위에서 인지되는 객체와 그들 사이의 관계로 볼 수 있다. 따라서, 객체의 수와 그 관계의 수는 기본적인 측정 요소가 된다.

정보에 속해 있는 객체의 수는 그 정보세상의 넓이를 가늠케 하고, 각 객체가 가지는 관계는 객체가 그 정보에 미치는 영향도를 가늠할 수 있게 해 주므로 정보의 넓이와 크기를 정의할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{정보의 넓이} &= \text{객체의 수} \\ \text{정보의 크기} &= \text{넓이} * \text{평균 관계수} = \text{관계수} \\ \text{평균 관계수} &= \text{관계수} / \text{객체수} \end{aligned}$$

(그림 2)는 선형 정보구조를 나타낸다. 이 구조를 정의된 계산식에 따라 계산해 보면 다음과 같다.

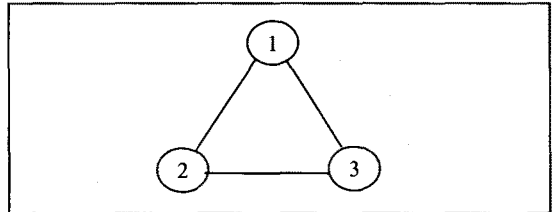
$$\begin{aligned} \text{정보의 넓이} &= 3 \\ \text{정보의 크기} &= 2 \end{aligned}$$



(그림 2) 정보구조의 예 (선형 구조)

(그림 3)은 삼각형 정보구조를 보여준다. 이 그림에 나타난 정보구조를 예로 정의에 따라 계산하면 다음과 같다.

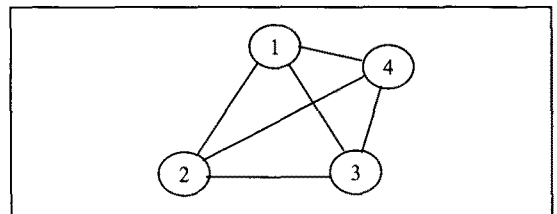
$$\begin{aligned} \text{정보의 넓이} &= 3 \\ \text{정보의 크기} &= 3 * 3/3 = 3 \end{aligned}$$



(그림 3) 정보구조의 예 (삼각형 구조)

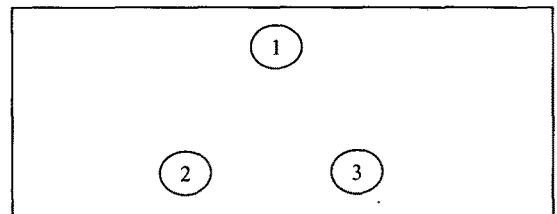
(그림 4)는 삼각뿔 정보구조를 나타낸다. 이 구조를 정의된 계산식에 따라 계산해 보면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{정보의 넓이} &= 4 \\ \text{정보의 크기} &= 6 \end{aligned}$$



(그림 4) 정보구조의 예 (삼각뿔 구조)

예로 제시한 세가지 정보로 부터 얻은 결과를 보면, 정보의 넓이에 있어서 1 만큼씩 차이가 남을 알 수 있고, 정보의 크기에 있어서는 2, 3, 6으로 더 큰 차이로 벌어짐을 알 수 있다. 따라서 (그림 3)이 (그림 2) 보다 많은 양의 정보를 표현하고 있고, (그림 4)는 (그림 3) 보다 많은 정보를 표현하고 있음을 알 수 있다.



(그림 5) 정보구조의 예 (삼점 구조)

마지막으로, (그림 5)가 보여주는 구조는 인지되는 객체는 있으나 객체 사이에 관계가 없는 의미가 없을 수 있는 삼점 정보구조이다. 정의된 방법에 따라 정

보를 계산하면,

정보의 넓이 = 3  
정보의 크기 = 0 이다.

정보의 크기가 0(영)이라는 뜻은 관계가 없음을 의미한다. 확대하여 넓이에서의 관계로 까지 유추하면, 정보의 넓이가 0(영)인 경우는 관계만이 따로 존재할 수 없으므로 아무런 정보가 없음을 의미한다.

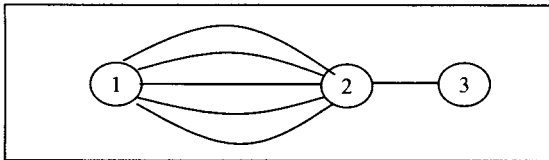
그런데, 정보의 넓이와 크기는 주어진 정보의 일차적인 수치로 규모를 표현하기에는 유효하나, 정보의 구조적 복잡도를 나타내기에는 부족하다. 정보가 복잡하면 구조가 복잡해 지므로 그래프의 복잡도를 나타내는 유효순환복잡도(Effective Cyclomatic Complexity)는 정보의 복잡도를 나타내기에 유용하다 [3].

정보의 복잡도 =  $eV(G) = \text{관계수} - \text{관계객체수} + 2$   
(주의: 여기서 모든 객체가 관계가 없는 경우에는 관계객체수 = 1)

<표 2> 정보의 구조와 복잡도

정보 구조	정보복잡도	넓이	크기
삼점구조 (그림 5)	1	3	0
선형구조 (그림 2)	1	3	2
삼각형구조 (그림 3)	2	3	3
삼각뿔구조 (그림 4)	4	4	6
(그림 6)	5	3	6

<표 2>에서 볼 수 있듯이 정보의 복잡도는 객체의 수와 관계의 수가 많아 정보의 넓이와 크기가 크다고 커지는 것이 아님을 보여준다. 주어진 객체 사이를 얼마나 조밀하게 관계 지우느냐에 따라 복잡도 값이 변한다. (그림 6)은 복잡도 5의 극단적인 예를 보여준다.



(그림 6) 정보 복잡도의 극단 예

### 5. 결론

에너지 중심적인 관점에서 보면 에너지의 구조는 그 에너지의 정보이나, 정보 중심적인 관점에서 보면 에너지의 구조는 그 어떤 정보를 표현하고 있는 것이다. 따라서 정보는 구조이고, 그 구조는 에너지의 구조화 능력에 제한된다. 따라서, 서로 영향을 미치는 관계에 있다.

에너지는 구성을 달리하면서 물체를 이루고, 정보는 구성을 달리하면서 다른 정보로 변한다. 따라서 정보는 재귀적이고, 이러한 물체와 정보를 표현방법으로 하는 집합체를 미디어라고 부른다. 따라서 미디어는 정보와 에너지가 갖는 관계를 가지고 있다.

정보는 구조로 표현되므로 정보는 구조를 측정함으로써 간접적으로 측정될 수 있다. 주어진 정보의 범위에서 인지된 객체의 수로 주어진 정보세계의 넓이를 알 수 있고, 인지된 관계의 수로 주어진 정보세계의 크기를 나타낼 수 있다. 이와는 다르게 관계의 조밀성은 넓이 또는 크기와 다르게 복잡한 정도를 나타내는 도구가 될 수 있다. 이 도구로 순환 복잡도를 이용하면 효과적이다.

본 논문에서는 정보와 에너지의 관계에 대한 철학적이고찰로부터 정보를 측정하는 방법까지를 고찰하여 보았다. 이러한 고찰은 커뮤니케이션 이론을 기초로 하여 상호작용을 해석하는 연구와 실험에 또다른 이론적 배경을 제공할 것이다 [4, 5]. 나아가서는 정보 압력을 이용하여 능동 미디어의 구조를 바꾸는 방법에 관한 연구의 이론적 배경으로 활용될 수 있을 것으로 기대하고 있다.

### 참고문헌

- [1] Shannon, C.E., A Mathematical Theory of Communication, The Bell System Technical Journal, 1948
- [2] G. Dubrau, The Atributistical Understanding of Information, SIGCHI Bulletin, 28(4), 1996.
- [3] T. McCabe, A Complexity Measure, IEEE Transactions on Software Engineering, December 1976.
- [4] Y. Rho and TD Gedeon, Reading Patterns and Formats of Web-based Academic Articles on the Web, ACM SIGCHI Bulletin, vol. 32(1), 2000.
- [5] 노영주, 링크-클릭 순환모형에 관한 고찰, KCC2006 논문집, 정보과학회, 2006.