

전자기기 사용 금지

Here's What Happened When I Made My College Students Put Away Their Phones

Aug 21, 2025



D 한국경제

내년 3월부터 수업 중 스마트폰 쓰면 '불법'...학생들 '멘붕'

이윤기 · 2025. 8. 27. 16:21



Computers & Education

Volume 62, March 2013, Pages 24-31



Laptop multitasking hinders classroom learning for both users and nearby peers

Fario Sano ^a, Tina Weston ^b, Nicholas J. Cepeda ^b

Show more

Outline | Share | Cite

<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.005>

[Get rights and content](#)

[Under a Creative Commons license](#)

[Open access](#)

Abstract

Laptops are commonplace in university classrooms. In light of cognitive psychology theory on costs associated with multitasking, we examined the effects of in-class laptop use on student learning in a simulated classroom. We found that

SNU 프로그래밍언어 특강

(0.0)

이 광근

kwangkeunyi.snu.ac.kr

인덕_{induction, 귀납} = 집합의 정의

집합을 정의하는 방법

- ▶ 인덕_{induction, 귀납}: 만든것으로 만들기
- ▶ 그 집합의 원소를 가지고 그 집합의 원소를 만든다
- ▶ 유한개의 그런 규칙들로 표현

그 집합은 이것이다

- ▶ 규칙 $\frac{X}{x}$: 가정 X 와 결론 x .
- ▶ “ X 가 정의하려는 집합에 모두 있으면, x 도 있어야 한다.”
- ▶ 그러한 집합 중에서 가장 작은 집합.
 - ▶ 규칙 $\frac{X}{x}$ 들 집합을 Φ 라고 하자
 - ▶ 규칙들 Φ 는 함수 ϕ 를 정의:

$$\phi(Y) = \{x \mid \frac{X}{x} \in \Phi, X \subseteq Y\}$$

- ▶ Φ 규칙들이 정의하는 집합은 함수 ϕ 에 의해서 닫혀있는 모든 집합들의 교집합

$$\bigcap \{X \mid \phi(X) \subseteq X\}$$

자연수의 집합:

$$(\emptyset, 0) \quad (\{n\}, n + 1)$$

영문 소문자 알파벳으로 만들어 지는 스트링의 집합:

$$(\emptyset, \epsilon) \quad (\{\alpha\}, x\alpha \text{ for } x \in \{a, \dots, z\})$$

인덕_{induction} 규칙 표기법

자연수 집합은

$$n \rightarrow 0 \mid n + 1$$

혹은

$$\overline{0} \quad \frac{n}{n+1}$$

위의 스트링 집합은:

$$\alpha \rightarrow \epsilon$$
$$\mid x\alpha \quad (x \in \{\mathbf{a}, \dots, \mathbf{z}\})$$

혹은

$$\overline{\epsilon} \quad \frac{\alpha}{x\alpha} \quad x \in \{\mathbf{a}, \dots, \mathbf{z}\}$$

집합이 유한하다면 인덱스가 필요하다. 집합 $\{1, 2, 3\}$ 을
규칙들로 표현하면

$$(\emptyset, 1) \quad (\emptyset, 2) \quad (\emptyset, 3)$$

혹은

$$x \rightarrow 1 \mid 2 \mid 3$$

혹은

$$\overline{1} \quad \overline{2} \quad \overline{3}$$

가 된다.

리스트의 집합:

$$\overline{\text{nil}} \quad \frac{l}{o-l}$$

혹은

$$l \rightarrow \text{nil} \mid o-l$$

말단에 정수를 가지는 두갈래 나무_{binary tree}들의 집합:

$$\overline{n} \quad n \in \mathbb{Z} \qquad \frac{t}{\mathbf{N}(t, \mathbf{nil})}$$

$$\frac{t}{\mathbf{N}(\mathbf{nil}, t)} \qquad \frac{t_1 \quad t_2}{\mathbf{N}(t_1, t_2)}$$

혹은

$$\begin{array}{l} t \rightarrow n \quad (n \in \mathbb{Z}) \\ | \quad \mathbf{N}(t, \mathbf{nil}) \\ | \quad \mathbf{N}(\mathbf{nil}, t) \\ | \quad \mathbf{N}(t, t) \end{array}$$

정수식들의 집합:

$$\frac{n}{n} \quad n \in \mathbb{N} \qquad \frac{e}{-e}$$

$$\frac{e_1 \quad e_2}{e_1 + e_2} \qquad \frac{e_1 \quad e_2}{e_1 * e_2}$$

후은

$$\begin{array}{l} e \rightarrow n \quad (n \in \mathbb{N}) \\ | \quad -e \\ | \quad e + e \\ | \quad e * e \end{array}$$

그 집합은 이렇게 만든다

이 집합

$$\bigcap \{X \mid \phi(X) \subseteq X\}$$

을 이렇게 만들 수 있다:

$$\bigcup_{i \in \mathbb{N}} \phi^i(\emptyset) = \phi^0(\emptyset) \cup \phi^1(\emptyset) \cup \phi^2(\emptyset) \cup \dots$$

유한한 크기($i \in \mathbb{N}$)의 것들이 모인 무한한 집합.

자연수 집합 규칙

$$n \rightarrow 0 \mid n + 1$$

그 집합은:

$$\begin{aligned}\phi^0(\emptyset) &= \emptyset \\ \phi^1(\emptyset) &= \{0\} \\ \phi^2(\emptyset) &= \{0, 1\} \\ \phi^3(\emptyset) &= \{0, 1, 2\} \\ &\dots\end{aligned}$$

들의 합집합.

리스트의 집합 규칙

$$l \rightarrow \text{nil} \mid \circ - l$$

그 집합은:

$$\begin{aligned}\phi^0(\emptyset) &= \emptyset \\ \phi^1(\emptyset) &= \{\text{nil}\} \\ \phi^2(\emptyset) &= \{\text{nil}, \circ - \text{nil}\} \\ \phi^3(\emptyset) &= \{\text{nil}, \circ - \text{nil}, \circ - \circ - \text{nil}\} \\ &\dots\end{aligned}$$

들의 합집합.

두갈래 나무 binary tree의 집합 규칙:

$$\begin{array}{l} t \rightarrow \circ \\ | \quad \text{N}(t, \text{nil}) \\ | \quad \text{N}(\text{nil}, t) \\ | \quad \text{N}(t, t) \end{array}$$

이 집합은:

$$\begin{aligned} \phi^0(\emptyset) &= \emptyset \\ \phi^1(\emptyset) &= \{\circ\} \\ \phi^2(\emptyset) &= \{\circ, \text{N}(\circ, \text{nil}), \text{N}(\text{nil}, \circ), \text{N}(\circ, \circ)\} \\ &\dots \end{aligned}$$

들의 합집합.

스트링 집합 규칙:

$$\begin{array}{l} \alpha \rightarrow \epsilon \\ | \quad x\alpha \quad (x \in \{a, \dots, z\}) \end{array}$$

이 집합은

$$\begin{aligned} \phi^0(\emptyset) &= \emptyset \\ \phi^1(\emptyset) &= \{\epsilon\} \\ \phi^2(\emptyset) &= \{\epsilon, a\epsilon, \dots, z\epsilon\} \\ &\dots \end{aligned}$$

들의 합집합.

밑바닥 없는 규칙

집합 규칙:

$$\begin{array}{l} t \rightarrow N(t, \text{nil}) \\ | \quad N(\text{nil}, t) \\ | \quad N(t, t) \end{array}$$

이 집합은 \emptyset :

$$\phi^0(\emptyset) = \phi^1(\emptyset) = \dots = \emptyset$$

모든 귀납 규칙

$$\frac{X}{x}$$

에서 $X \neq \emptyset$ 이면 정의하는 집합은 \emptyset

정리

- ▶ 인덕_{induction, 귀납} = 집합의 정의(inductive definition)
- ▶ 인덕규칙들 Φ 표현 방법들
- ▶ 그 집합은 무엇이지?
 - ▶ “달혀있는 최소의 집합”
 - ▶ $\bigcap \{A \mid \phi(A) \subseteq A\}$
- ▶ 그 집합은 어떻게 만들지?
 - ▶ \emptyset 에서 출발해서, 규칙을 유한번 적용해서 만드는 원소들만을 빠짐없이 첨가

$$\bigcup_{i \in \mathbb{N}} \phi^i(\emptyset)$$

참고: 코덕_{coinduction} = 무한원소 포함한 집합정의

- ▶ 코덕_{coinduction}으로 정의하는 집합
= 규칙들 Φ 을 존중한다면 모두 포함시키기
- ▶ 규칙들 Φ 가 정의하는 함수 ϕ :

$$\phi(Y) = \{x \mid \frac{X}{x} \in \Phi, X \subseteq Y\}$$

- ▶ 코덕으로 정의하는 집합은 함수 ϕ 가 확장하는 모든 집합들의 합집합

$$\bigcup \{X \mid X \subseteq \phi(X)\}$$

- ▶ 이 집합은 이렇게 만든다: (\mathbb{U} 는 무한원소를 포함한 전체집합)

$$\bigcap_{i \in \mathbb{N}} \phi^i(\mathbb{U}) = \phi^0(\mathbb{U}) \cap \phi^1(\mathbb{U}) \cap \phi^2(\mathbb{U}) \cap \dots$$

무한원소도 포함하는 집합

참고: 정의하는 집합 두 가지

인덕_{induction}으로 정의하면

$$\bigcap \{X \mid \phi(X) \subseteq X\}$$
$$\bigcup_{i \in \mathbb{N}} \phi^i(\emptyset)$$

ϕ 의 최소고정점

코덕_{coinduction}으로 정의하면

$$\bigcup \{X \mid X \subseteq \phi(X)\}$$
$$\bigcap_{i \in \mathbb{N}} \phi^i(\mathbb{U})$$

ϕ 의 최대고정점

ϕ 는 유한개의 규칙들 Φ 가 정의하는 함수:

$$\phi(Y) = \{x \mid \frac{X}{x} \in \Phi, X \subseteq Y\}$$

원소들의 순서

인덕_{induction, 귀납법}으로 정의된 집합 S

- ▶ ϕ^i 번째에 새롭게 만들어 지는 원소: i 번째 원소.
- ▶ 0 번째에 만들어진 원소들(\emptyset)이 씨.
- ▶ “바닥있는 순서_{well-founded order}”
- ▶ 인덕_{induction, 귀납법}으로 정의된 집합은 바닥있는 순서를 가지고 있다.

인덕_{induction, 귀납법} = 증명의 방법

증명 목표:

$$\forall x \in S. P(x)$$

- ▶ S 가 인덕으로 정의됨, 즉, 모든 원소들의 순서가 있음.
- ▶ P (0번째 원소)를 증명: 항상 성립(\emptyset 이므로)
- ▶ 임의의 $i > 0$ 에 대해서

$$(\forall j < i. P(j\text{번째 원소})) \Rightarrow P(i\text{번째 원소})$$

를 증명.

(“대우법 증명”도 있음)

증명: 규칙들에 대한 것으로

즉,

- ▶ 시작(base case): 1번째 원소
규칙 $\frac{-}{x}$ 가 만드는 x 들에 대해, $P(x)$ 를 증명.
- ▶ 인덕(inductive case): 모든 $1 < k$ 번째 원소
규칙 $\frac{X}{x}$ 가 만드는 x 들에 대해, $(\forall a \in X.P(a)) \Rightarrow P(x)$ 를 증명.

증명 예

- ▶ 증명: $\forall n \in \mathbb{N}. 0 + 1 + 2 + \dots + n = n(n + 1)/2$
- ▶ 증명: 갈라지면 항상 두갈래로 갈라지는 나무는 말단 노드의 갯수가 내부 노드의 갯수보다 하나 많다.

Tree $t \rightarrow \circ \mid N(t, t)$

$\forall t \in \text{Tree}. |\text{말단노드}(t)| = |\text{내부노드}(t)| + 1$

논리식 집합

$$\begin{array}{l} f \rightarrow T \mid F \\ | \neg f \\ | f \wedge f \\ | f \vee f \\ | f \Rightarrow f \end{array}$$

논리식 의미

조립식 정의 compositional definition

$$\begin{aligned} \llbracket T \rrbracket &= \text{true} \\ \llbracket F \rrbracket &= \text{false} \\ \llbracket \neg f \rrbracket &= \text{not} \llbracket f \rrbracket \\ \llbracket f_1 \wedge f_2 \rrbracket &= \llbracket f_1 \rrbracket \text{ andalso } \llbracket f_2 \rrbracket \\ \llbracket f_1 \vee f_2 \rrbracket &= \llbracket f_1 \rrbracket \text{ orelse } \llbracket f_2 \rrbracket \\ \llbracket f_1 \Rightarrow f_2 \rrbracket &= \llbracket f_1 \rrbracket \text{ implies } \llbracket f_2 \rrbracket \end{aligned}$$

임의의 논리식 f 의 의미가 정의 된 셈.

$\llbracket (T \wedge (T \vee F)) \Rightarrow F \rrbracket$
= $\llbracket T \wedge (T \vee F) \rrbracket$ implies $\llbracket F \rrbracket$
= ($\llbracket T \rrbracket$ andalso $\llbracket T \vee F \rrbracket$) implies false
= (true andalso ($\llbracket T \rrbracket$ orelse $\llbracket F \rrbracket$)) implies false
= (true andalso (true orelse false)) implies false
= false

어떤 집합의 정의

쌍 $(\{g_1, \dots, g_n\}, f)$ 들의 집합

$$\frac{}{(\Gamma, T)} \quad \frac{}{(\Gamma, f)} \quad f \in \Gamma$$

$$\frac{(\Gamma, F)}{(\Gamma, f)} \quad \frac{(\Gamma, \neg\neg f)}{(\Gamma, f)}$$

$$\frac{(\Gamma, f_1) \quad (\Gamma, f_2)}{(\Gamma, f_1 \wedge f_2)}$$

$$\frac{(\Gamma, f_1 \wedge f_2)}{(\Gamma, f_1)}$$

$$\frac{(\Gamma, f_1)}{(\Gamma, f_1 \vee f_2)}$$

$$\frac{(\Gamma, f_1 \vee f_2) \quad (\Gamma \cup \{f_1\}, f_3) \quad (\Gamma \cup \{f_2\}, f_3)}{(\Gamma, f_3)}$$

$$\frac{(\Gamma \cup \{f_1\}, f_2)}{(\Gamma, f_1 \Rightarrow f_2)}$$

$$\frac{(\Gamma, f_1 \Rightarrow f_2) \quad (\Gamma, f_1)}{(\Gamma, f_2)}$$

$$\frac{(\Gamma \cup \{f\}, F)}{(\Gamma, \neg f)}$$

$$\frac{(\Gamma, f) \quad (\Gamma, \neg f)}{(\Gamma, F)}$$

형식논리의 표기법으로

$$\overline{\Gamma \vdash T} \quad \overline{\Gamma \vdash f} \quad f \in \Gamma$$

$$\frac{\Gamma \vdash F}{\Gamma \vdash f} \quad \frac{\Gamma \vdash \neg\neg f}{\Gamma \vdash f}$$

$$\frac{\Gamma \vdash f_1 \quad \Gamma \vdash f_2}{\Gamma \vdash f_1 \wedge f_2}$$

$$\frac{\Gamma \vdash f_1 \wedge f_2}{\Gamma \vdash f_1}$$

$$\frac{\Gamma \vdash f_1}{\Gamma \vdash f_1 \vee f_2}$$

$$\frac{\Gamma \vdash f_1 \vee f_2 \quad \Gamma \cup \{f_1\} \vdash f_3 \quad \Gamma \cup \{f_2\} \vdash f_3}{\Gamma \vdash f_3}$$

$$\frac{\Gamma \cup \{f_1\} \vdash f_2}{\Gamma \vdash f_1 \Rightarrow f_2}$$

$$\frac{\Gamma \vdash f_1 \Rightarrow f_2 \quad \Gamma \vdash f_1}{\Gamma \vdash f_2}$$

$$\frac{\Gamma \cup \{f\} \vdash F}{\Gamma \vdash \neg f}$$

$$\frac{\Gamma \vdash f \quad \Gamma \vdash \neg f}{\Gamma \vdash F}$$

또 다른 시선: 증명들의 집합을 정의

증명들의 집합을 만드는 증명규칙 inference rules, proof rules

- ▶ 예를 들어, 증명규칙

$$\frac{\Gamma \vdash f_1 \quad \Gamma \vdash f_2}{\Gamma \vdash f_1 \wedge f_2}$$

은 증명을 만드는 규칙

- ▶ $\Gamma \vdash f_1$ 와 $\Gamma \vdash f_2$ 의 증명들을 가지고 $\Gamma \vdash f_1 \wedge f_2$ 의 증명을 만든다.

증명 나무

$$\frac{\frac{\overline{\{p \rightarrow \neg p, p\} \vdash p}}{\overline{\{p \rightarrow \neg p, p\} \vdash p}} \quad \frac{\overline{\{p \rightarrow \neg p, p\} \vdash p \rightarrow \neg p} \quad \overline{\{p \rightarrow \neg p, p\} \vdash p}}{\overline{\{p \rightarrow \neg p, p\} \vdash \neg p}}}{\overline{\{p \rightarrow \neg p, p\} \vdash F}} \quad \overline{\{p \rightarrow \neg p, p\} \vdash \neg p}}{\overline{\{p \rightarrow \neg p\} \vdash \neg p}}$$

증명 규칙의 평가

기계가 만드는 $\{g_1, \dots, g_n\} \vdash f$ 는 어떤 것들인가?

예) $\llbracket g_1 \wedge \dots \wedge g_n \Rightarrow f \rrbracket = \text{true}$ 인가?

- ▶ 기계의 안전성 soundness: 믿을만하다

$$\Gamma \vdash f \quad \text{이면} \quad \llbracket \Gamma \Rightarrow f \rrbracket = \text{true}$$

- ▶ 기계의 완전성 completeness: 빼먹지않는다

$$\Gamma \vdash f \quad \text{면이} \quad \llbracket \Gamma \Rightarrow f \rrbracket = \text{true}$$