

# ATO 열차 기관사의 태도 및 개인주의-집합주의 성향에 관한 연구

## A Study on Train Operator's Behavior in the Automated Train and Individualism-Collectivism

조 희\*†, 김은희\*, 남기웅\*

Hee Jo \*†, Eunhee Kim \*, Giwoong Nam \*

**Abstract** In this study, behavior and individualism-collectivism of ATO train operators are analyzed and a study on the effect of individualism-collectivism on the train operators' behavior is conducted. As a result of analysis, it is appeared that automated train operators prefer and distrust train automation. And they think more cross-checking of crew members is important. Study showed that horizontal collectivism is the highest on ATO train operator. Train operators with high horizontal collectivism are more likely to think that cross-checking of crew members is important.

**Keywords** : Automated train, train operator, behavior analysis, individualism-collectivism

**초 록** 본 연구는 서울메트로 2호선 ATO(Automatic Train Operation) 열차 기관사를 대상으로 열차운행 시 기관사의 태도와 개인주의-집합주의 성향을 알아본 후 개인주의-집합주의 성향이 기관사의 태도에 미치는 영향을 살펴본다. 분석 결과, 자동화 운전 기관사들은 자동화를 선호하는 동시에 불신을 하고 있었다. 수동운전시보다 승무원간 교차확인이 중요하다고 생각하는 것으로 나타났으며 이는 경력 4년 이하의 기관사에서 가장 높게 나타났다. 또 ATO 열차 기관사들은 수평적 집합주의 성향이 가장 높게 나타났으며 수평적 집합주의 성향이 높은 기관사일수록 승무원간 교차확인의 필요성을 중요하게 생각하는 것으로 나타났다.

**주요어** : 자동화, 기관사, 태도분석, 개인주의-집합주의

## 1. 서 론

ATO 열차 운전을 통해 인적오류 감소, 안전도 향상, 수송용량 증가, 수송요인들의 변화에 신속히 대처, 생산성 향상 및 고수준의 업무를 수행할 수 있다[1]. 하지만 항공시스템에서 볼 수 있듯이 자동화 시스템의 발달은 승무원들의 상황인식능력을 저하 시키고 자동화 시스템에 대한 의존도를 높여 새로운 에러를 발생시키는 요인으로 대두되고 있다[2]. 서울메트로 는 2005년부터 2호선에 ATO 신형전동차를 도입하여 운행하고 있으며, 2011년부터 ATO자동운전을 시행하고 있다. 서울메트로의 운행장애를 살펴보면 휴먼에러와 기술, 기능적 원인으로 분리해 볼 수 있으며 특히 휴먼에러가 약 70%를 차지하고 있다[3-5]. 이러한 휴먼에러는

† 교신저자: 서울메트로 산업안전보건처([ossam@seoulmetro.co.kr](mailto:ossam@seoulmetro.co.kr))

\* 서울메트로 산업안전보건처

운전실에서 혼자 근무하는 여건을 고려하면 기관사의 개인적인 성향과 관련이 있다고 생각해 볼 수 있다.

개인주의와 집합주의의 개념은 서로 다른 문화간 의식성향 차이를 비교하기 위해 수립되었지만 근래에는 한 문화 내에도 다층적인 하위문화가 존재하기 때문에 문화 내 성원들의 다양한 의식성향을 살펴보기 위해 많이 사용되고 있다[6,7]. Hofstede는 권력거리 지수와 개인주의 지수가 항공기 자동화 선호도와 상관관계가 있음을 밝혀냈다[8,9]. 사람의 심리와 인간관계를 설명하기 위해 개인주의-집합주의 개념이 많이 사용되고 있지만, 기관사를 대상으로 한 연구는 찾기 어렵다. 또한 ATO 시스템 및 운영에 관한 연구는 활발히 이루어지고 있지만[10,11], ATO 열차 기관사의 태도에 관한 연구는 수행된 적이 없다.

본 연구에서는 서울메트로 2호선 기관사를 대상으로 자동화에 대한 태도를 알아본다. 또한 운전실에 홀로 업무를 수행하는 기관사의 특성을 고려하여, 기관사의 개인주의-집합주의 성향이 자동화에 대한 태도와 관련이 있을 것이라 보고 이를 살펴보고자 한다.

## 2. ATO 열차 기관사의 태도와 성향

### 2.1 연구 대상 자료 수집

본 연구의 대상은 서울메트로 2호선에 근무중인 기관사 71명에 대해 유의표집하였다. 서울메트로 2호선을 운행하는 대림승무사업소, 동대문승무사업소, 신정승무사업소 3개의 사업소에 총 100부의 설문지를 배부하여 72부가 회수되었으며, 신정승무소의 지선운행 기관사는 조사에서 제외되었다. 조사기간은 2014년 7월22일부터 28일까지였고, 회수된 설문지 중 응답이 부실한 2부를 제외하고 총 70부의 설문지가 분석에 사용되었으며 이는 서울메트로 2호선 전체기관사 365명의 약 20%에 해당한다.

Table 1 설문대상 배경변인

배경변인	구분	빈도	배경변인	구분	빈도
소속	대림	37(52.9%)	직급	4	30(42.9%)
	동대문	12(17.1%)		5	26(37.1%)
	신정	21(30.0%)		6	14(20.0%)
연령	40대	45(64.3%)	경력	10년이하	34(48.6%)
	50대	25(35.7%)		11~20년이하	21(32.8%)
				21년이상	13(18.6%)

Table 1에 설문대상 서울메트로 2호선 기관사의 배경변인을 나타내었다. 소속별로는 대림승무사업소 52.9%, 동대문승무사업소 17.1%, 신정승무사업소 30.0%였고, 이들 중 64.3%가 40대, 35.7%가 50대였다. 직급별로는 6급이 20.0%, 5급이 37.1%, 그리고 4급이 42.9%로 가장 많았고, 경력은 10년 이하가 48.6%, 11~20년 이하가 32.8%, 21년 이상이 18.6%로 나타났다.

## 2.2 연구 방법

### 2.2.1 AT0 열차 기관사 태도

ATO 열차 기관사 태도의 설문조사 도구는 Helmreich가 개발한 FMAQ (Flight Management Attitude Questionnaire)[9]중 조종실 자동화에 기반하여 항목을 2호선 기관사의 근무조건에 맞도록 수정 및 추가하였다. 설문은 총 25개 문항으로 구성되었으며, 해당 항목 내용에 대한 동의 정도를 측정하는 리커드 척도(Likeret Scales)를 활용하였다.

### 2.2.2 개인주의-집합주의 성향

ATO 열차 기관사의 개인주의와 집합주의 성향은 Singelis의 INDCOL(Individualism-Collectivism Scale)을 사용하였다[6]. 개인주의-집합주의 척도는 다시 하위 영역인 수평적 개인주의, 수직적 개인주의, 수평적 집합주의, 수직적 집합주의로 구분된다. 원 척도는 32개 문항으로 이루어져 있지만, 측정하고자 하는 목적에 맞지 않는 수직적 개인주의와 수직적 집합주의 중 수직적 집합주의의 항목을 제외한 18개 문항을 활용하였다. ATO 기관사 태도 설문과 마찬가지로 5점 리커드 척도로 측정하였다.

Table 2 ATO 열차 기관사 태도의 요인분석 결과

문항 번호	자동화 선호	문항 번호	자동화 불신	문항 번호	승무원간 교차확인 필요성	문항 번호	자동화 사용의 재량성	문항 번호	자동화 과신
22	.890	13	.829	17	.843	9	.859	8(-)	.828
21	.836	14	.730	18	.843	11	.664	10	.712
23	.782	6	.686	15	.715	7(-)	.486		
12	.643	1	.615						
$\alpha$	.842	$\alpha$	.740	$\alpha$	.730	$\alpha$	.544	$\alpha$	.565

### 2.2.3 측정도구의 타당성 및 신뢰도 측정

본 연구의 구성개념들은 요인분석을 실시하여 관별타당성과 집중타당도를 검증하였다. 요인분석은 주성분분석을 적용하였고, Kaiser 정규화가 있는 Verimax 방식을 따라 회전하였다. 각 문항의 역-이미지 상관계수 행렬상의 대각선 값인 표본화 적합성 측도(MSA)가 0.50보다 낮은 항목은 제거 하였으며, 공통성(communality)이 0.50이하인 항목도 제거하여 요인분석을 실시하였다. 또한 Cronbach's Alpha 값을 도출하여 문항의 신뢰도를 평가하였다. 문항 번호 뒤의 (-)표시는 문장 표현으로 인해 역으로 해석한 항목이다. ATO 기관사 태도에 관한 설문과 개인주의-집합주의 성향에 관한 설문의 요인분석 결과를 각각 Table 2와 Table 3에 나타내었다.

**Table 3** 개인주의-집합주의 척도의 요인분석 결과

문항번호	수평적 집단주의	문항번호	수평적 개인주의	문항번호	수직적 개인주의
9	<b>.764</b>	24	<b>.732</b>	8	<b>.570</b>
30	<b>.732</b>	26	<b>.697</b>	7	<b>.565</b>
4(-)	<b>.692</b>	29	<b>.638</b>	12	<b>.444</b>
3	<b>.650</b>	6	<b>.567</b>		
13	<b>.646</b>	14	<b>.564</b>		
11	<b>.606</b>	10	<b>.532</b>		
		31	<b>.517</b>		
		22	<b>.457</b>		
		2	<b>.400</b>		
$\alpha$	.786	$\alpha$	.756	$\alpha$	.317

## 2.3 연구결과

### 2.3.1 ATO 열차 기관사의 태도 분석

ATO 열차 기관사의 태도를 분석한 결과를 Table 4에 나타내었다. 개인별 요인점수는 식(1)을 이용하여 계산하였다.

$$\text{개인별요인점수} = \sum_{i=1}^k (\text{변수 } i \text{의 요인계수} \times \text{변수 } i \text{의 원자료의 표준화값}) \quad (1)$$

**Table 4** ATO 열차 기관사 태도의 일반적 경향

영역	최소값	최대값	평균	표준편차
자동화 선호	.32	5.10	3.2289	1.20038
자동화 불신	1.13	5.87	3.8740	1.13895
승무원간 교차확인 필요성	1.88	5.75	3.8914	1.00860
자동화 사용의 재량성	.28	5.03	2.6255	1.02984
자동화 과신	.49	5.61	2.9722	1.08633

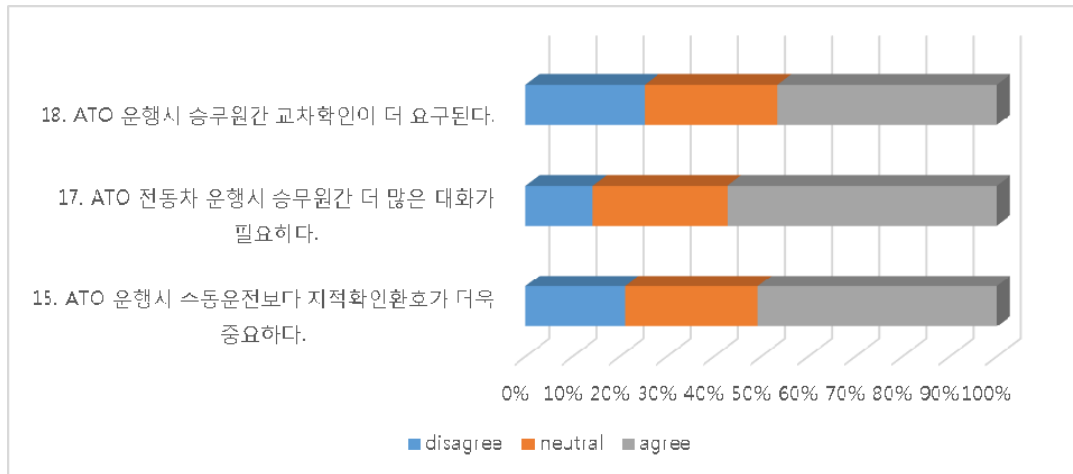


Fig. 1 승무원간 교차확인 필요성에 대한 태도

기관사의 자동화 선호요인은 평균 3.2289로 나타났으며, 자동화 불신 요인의 평균은 3.8740으로 나타나 자동화에 대한 불신 정도가 높음을 알 수 있었다. 승무원간 교차확인의 필요성의 평균은 가장 높은 3.8914로 나타났다. 이는 기관사들이 자동화를 선호는 하지만 동시에 불신을 하고 있음을 의미한다. 따라서 수동운전 시 보다 지적확인환호 및 승무원간의 교차확인의 필요성을 더욱 느끼고 있는 것으로 판단된다. Fig. 1에 승무원간 교차확인 필요성 요인에 대한 세부 항목 및 응답을 그래프로 나타내었다.

Table 5 ATO 열차 기관사 태도 척도의 종속변인간 피어슨 상관계수

		자동화 불신	교차확인의 필요성	자동화 재량성
자동화 불신	Pearson 상관계수	1		
	유의확률 (양쪽)			
교차확인 필요성	Pearson 상관계수	-.220	1	
	유의확률 (양쪽)	.067		
자동화 재량성	Pearson 상관계수	.240*	.237*	1
	유의확률 (양쪽)	.045	.048	

\*. 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의합니다.

다음은 ATO 기관사의 경력에 따라 각 요인들의 성향에 차이가 있는지를 알아보기 위해 다변량분산분석을 실시하였다. Table 5는 ATO 열차 기관사 태도 요인간의 피어슨 상관계수를 나타낸 것이다. 표에 의해 자동화 재량성과 자동화 불신, 자동화 재량성과 교차확인의 필요성 종속변수들 간에는 정(+)의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. Table 6에 기관사 경력에 따른 ATO 열차 기관사 태도의 평균과 표준편차를 나타내었고 Table 7에 다변량검증 개체-간 효과를 검증을 제시하였다. Table 7에서 볼 수 있듯이 의사소통 필요성 요소는 기관사 경력에 따라 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 다음으로 ATO 열차 기관사의 기관사 경력에 따른 사후검증을 실시하여 Table 8에 나타내었다.

**Table 6 경력에 따른 ATO 열차 기관사 태도의 평균과 표준편차**

	경력	평균	표준편차	N
자동화 불신	4년이하	3.6704	1.29875	17
	5~10년	3.9163	1.13512	17
	11~20년	4.0262	1.03225	22
	20~	3.7565	1.19930	13
의사소통 필요성	4년이하	4.3400	.79864	17
	5~10년	3.2647	.91752	17
	11~20년	4.2284	.81186	22
	20~	3.6338	1.22981	13
자동화 재량	4년이하	2.8444	1.12564	17
	5~10년	2.6888	.79853	17
	11~20년	2.5664	1.06193	22
	20~	2.4435	1.16751	13

**Table 7 경력에 따른 ATO 열차 기관사 태도의 다변량검증 개체-간 효과 검증**

	종속 변수	제 III 유형 제곱합	자유도	평균 제곱	F	유의확률	부분 에타 제곱
기관사 경력	자동화 비신뢰	1.412	3	.471	.351	.789	.016
	의사소통 필요성	13.443	3	4.481	5.232	.003	.195
	자동화 재량	1.371	3	.457	.421	.738	.019

**Table 8 경력에 따른 ATO 열차 기관사 태도의 사후검증결과**

종속 변수	(I) 경력	(J) 경력	평균차(I-J)	표준오차	유의확률	95% 신뢰구간	
						하한값	상한값
의사소통 필요성	4년이하	5~10년	1.0753*	.31741	.006	.2383	1.9122
		11~20년	.1116	.29884	.982	-.6763	.8996
		20~	.7062	.34096	.173	-.1928	1.6053
	5~10년	4년이하	-1.0753*	.31741	.006	-1.9122	-.2383
		11~20년	-.9637*	.29884	.010	-1.7516	-.1757
		20~	-.3691	.34096	.701	-1.2681	.5300
	11~20년	4년이하	-.1116	.29884	.982	-.8996	.6763
		5~10년	.9637*	.29884	.010	.1757	1.7516
		20~	.5946	.32373	.266	-.2590	1.4482

\*. 평균차는 .05 수준에서 유의합니다.

승무원 간 의사소통의 필요성 요소는 기관사 경력 4년이하집단과 5~10년이하 집단간(차이=1.0753, p-value=.006)과 5~10년이하 집단과 11~20년이하 집단간(차이=-.9637, p-value=0.010)에 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉 Table 6에 나타난 경력에 따른 하위집단 별 평균 점수를 비교해볼 때, 기관사의 경력이 비교적 짧은 4년이하 집단의 의사소통 필요성요소의 평균(4.34)보다 기관사 경력 5~10년 집단의 평균(3.2647)이 유의하게 낮은 것으로 나타났다. 또 기관사 경력 5~10년이하 집단의 평균(3.2647)보다 기관사 경력 11~20년집단의 평균(4.2284)이 유의하게 높은 것으로 나타났다.

### 2.3.2 ATO 열차 기관사의 개인주의-집합주의 성향 분석

ATO 열차 기관사의 개인주의-집합주의 성향의 일반적 경향을 Table 5에 나타내었다. ATO 열차 기관사의 태도분석과 마찬가지로 개인별 요인점수는 식(1)을 이용하여 계산하였다.

Table 9 ATO 열차 기관사의 개인주의-집합주의 일반적 경향

영역	최소값	최대값	평균	표준편차
수평적집단주의	2.22	6.63	4.6420	.80629
수평적개인주의	1.74	6.89	4.0053	.92506
수직적개인주의	-.30	5.11	2.2000	.89305

ATO 열차 기관사의 수평적 집단주의 요인의 평균은 4.6420으로 매우 높게 나타났고 수평적개인주의 요인의 평균은 4.0053으로 수평적 집단주의 보다는 낮게 나타났다. 반면에 수직적 개인주의 요인의 평균값은 2.2로 매우 낮게 나타났다. 이 결과를 토대로 볼 때 ATO 열차 기관사는 공동체적 목표를 강조하고 대인관계를 중시하며 모든 개인은 평등하다고 보는 수평적 집단주의 성향이 강하며, 각 개인의 자율적인 자아를 우선시 하되, 개인간의 불평등이 있음을 받아 들여 개인간 경쟁을 강조하는 개념인 수직적 개인주의 성향은 낮은 것을 볼 수 있다.

### 2.3.3 개인주의-집합주의 성향이 ATO 열차 기관사의 태도에 미치는 영향

다음으로 ATO 열차 기관사의 개인주의-집합주의 성향이 기관사의 태도에 영향을 미치는 지 알아보기 위해서 다중회귀분석을 실시하였다.

Table 10 ATO 열차 기관사 태도를 설명해 주는 개인주의-집합주의 성향

모형	R	R 제곱	수정된 R 제곱	추정값의 표준오차
1	.472 <sup>a</sup>	.223	.211	.88936378

a. 예측값: (상수), 수평적집단주의

b. 종속변수: 승무원간 의사소통 필요성

Table 10은 수평적 집단주의의 독립변수가 투입된 결과 R제곱은 .223으로 종속변수(승무원간 의사소통 필요성) 항목을 22.3% 설명해주는 것을 설명한다. 즉, 수평적 집단주의 성향이 높은 기관사일수록 승무원간 의사소통 필요성을 더 중요하게 생각한다.

### 3. 결론

본 연구는 ATO 열차 기관사의 태도가 기관사의 개인적인 성향과 관계가 있을 것이라 간주하고 개인주의-집합주의 성향을 적용하여 살펴보려는데 목적을 두고 수행되었다.

먼저 자동화 열차 기관사의 태도는 서울메트로 2호선 ATO열차 기관사를 대상으로 한 설문문을 토대로 분석하였다. 분석 결과 기관사들은 자동화를 선호하는 동시에 불신을 하고 있으며, 수동운전시보다 지적확인환호 및 승무원간 교차확인이 더욱 중요하다고 생각하는 것으로 나타났다. 이는, 업무 부담감이 적고 안정성이 높은 것으로 인식하고 있어서 ATO 열차를 선호하지만, 아직 시스템을 신뢰하지는 못하며, 근무 시 긴장감이 수동운전에 비해 덜 하기 때문에 승무원간 교차확인, 지적확인환호, 승무원간 더 많은 대화가 요구된다고 인식하는 것으로 사료된다.

다변량분산분석을 통해 기관사 경력별로 각 요인들의 성향에 차이가 있는지를 알아보았다. 그 결과 자동화 재량성과 승무원간 교차확인의 필요성 종속변수들간에 정(+)의 상관관계가 있음이 확인되었으며, 기관사 경력이 비교적 짧은 4년 이하의 집단이 승무원간 의사소통 필요성을 가장 중요하게 생각하는 것으로 나타났다. 이 결과는 아직 많은 상황을 접해보지 못한 신입 기관사들이 지적확인환호 및 승무원간 교차확인을 더욱 중요시 생각하는 것으로 판단되며, 상대적으로 5년~10년 경력의 기관사들은 근무 시 자만하지 않도록 주의가 필요하다고 하겠다.

다음으로 ATO 열차 기관사의 개인주의-집합주의 성향을 분석하였다. 그 결과 ATO 열차 기관사의 수평적 집단주의 성향이 가장 높으며, 이것은 열차 운전실에서 혼자 근무하는 기관사가 개인주의적 성향이 강할 것이라는 일반적인 생각과 상반되는 결과이다. 즉, ATO 열차 기관사는 공동체적 목표와 대인관계를 중요시하고 모든 개인은 평등하다고 생각하는 것으로 나타났으며, 반대로 개인간의 불평등이 있음을 받아들여 개인간의 경쟁을 강조하는 수직적 개인주의 성향이 가장 낮은 것으로 나타났다.

마지막으로 개인주의-집합주의적 성향이 ATO 열차 기관사의 태도에 미치는 영향을 살펴 보았다. 그 결과 수평적 집단주의 성향이 높은 기관사 일수록, 수동운전시보다 자동운전 시 승무원간 교차확인의 필요성을 더욱 중요하게 생각하는 것으로 나타났다. 하지만 개인주의-집합주의 성향으로 자동화 열차 기관사 태도의 모든 요인을 설명할 수는 없었다.

서울지하철에서 수송인원과 혼잡도가 가장 높은 2호선의 열차 운영을 담당하는 기관사의 열차제어시스템(ATO)에 대한 태도와 성향에 대한 본 연구의 결과를 고려하여 보다 안전한 열차운영 운영방안을 모색할 수 있을 것으로 기대된다.

이와 같은 연구 성과에도 불구하고 본 연구는 적은 표본 수와 다양한 조직을 대상으로 표



본을 구성하지 못해 그 비교를 하지 못한 한계를 가지고 있다. 향후 더 폭넓고 많은 표본을 구성하여 연구를 진행할 필요가 있다.

## 참고문헌

- [1] 이낙영, 박성전, 이근석, 이광형 (1989) 철도자동화 기술, 정보과학회논문지 28('89.4) pp.45-52 0258-9125 KCI.
- [2] B.H Kwon, C.Y. Kim (2005) A study in pilot's behavior in the automated cockpit, 항공운항 학회지 제 13권 제2호.
- [3] 이성섭, 조 희 함규호, 조성근 (2014) 사용자 중심의 철도차량 운전실 설계에 관한 연구 2014년도 한국철도학회 춘계학술대회 논문집.
- [4] S.S. An, S.K. Cho, K.S. Kim, Y.K. Kim, et al. (2011) A Study on the Standardization Method and Type Analysis of Electric Rail Car Driver's Cab, 한국철도학회 2011년도 정기총회 및 추계학술대회, 2011.10, 1373-1380.
- [5] C.M. Han, J.S. Park, B.J. Hwang (2013) Comparative Analysis on Operating Status of Seoulmetro Line 4, 2013년도 한국철도학회 추계학술대회 논문집.
- [6] Singelis, T. M., Triandis, H. C., Bhawuk, D. P. S., & Gelfand, M. J. (1995). Horizontal and vertical dimensions of individualism and collectivism: A theoretical and measurement refinement. *Cross-Cultural Research*, 29(3), 240-275.
- [7] Y. J. Ko, W.J. Jeong (2006) A study on individualism-collectivism of teachers for children's and teachers' right, *Journal of Korean Council for Children's rights*. Vol.10, No1.
- [8] Gert Jan Hofstede (2004) *Cultures and Organizations: Software for the Mind*, McGraw-Hill Companies.
- [9] Helmreich, Robert L. (1998) *Culture at Work in Aviation and Medicine : National, Organizational*, Ashgate Pub Co.
- [10] 광윤봉 (2013) 서울메트로 2호선의 정차시분 추정모델을 이용한 표정속도 예측에 관한 연구, 석사학위논문, 서울과학기술대학교.
- [11] 유병철 (2013) 열차제어시스템 병행운전에 따른 안전성 향상에 관한 연구 : 2호선 ATS와 ATP/ATO시스템 중심으로, 석사학위논문, 한양대학교.