

교통정보 신뢰성 향상을 위한 품질특성에 관한 연구

정 성 학*

A study of quality attributes for reliability improvement on traffic information

Sung-Hak Chung*

요 약

본 연구의 목적은 교통정보 데이터의 품질특성을 분석하여 신뢰성 있는 교통정보 평가기준을 마련하고, 교통정보 데이터의 평가 프레임 워크와 같은 평가절차를 제공함으로써 효율적인 교통정보센터 운영관리에 기여하고자 한다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 체계공학 분야에서 활용되고 있는 교통정보 품질관리를 위한 온톨로지 기법을 통하여 데이터 특성을 분석하고 데이터베이스화 하였다. 본 연구의 지능형 교통체계에서 시스템적인 데이터베이스는 다양한 분야의 부체계 개발 및 구성품 요소설계의 지표 자료로 활용될 것으로 기대한다.

▶ Keywords : 품질특성, 데이터베이스, 체계공학, 교통정보, 지능형교통체계

Abstract

The objective of this study is to contribute effective operation of traffic information center by traffic information data measure process which are now being serviced by frame work of traffic information and by providing traffic information assessment criteria which reliable traffic information throughout traffic information quality characteristics in intelligent transport system. For the objectives, we analyzed the information attribute of ontology technique for quality management of traffic information in system engineering database research area. Throughout the result of this study, SE database utilized the development of subsystems, the component and interface design for convenient and rapid information services, and diverse related reliable systems design and expected to be indicated in systematic database.

▶ Keywords : Quality Attribute, Database, System Engineering, Traffic Information, Intelligent Transport System

•제1저자 : 정 성 학

•투고일 : 2013. 2. 15, 심사일 : 2013. 3. 4, 게재확정일 : 2013. 3. 16.

* 국방과학연구소 선임연구원(Agency for Defense Development)

I. 서론

본 연구의 목적은 교통정보 데이터의 품질특성을 분석하여 신뢰성 있는 교통정보 평가기준을 마련하고, 교통정보 데이터의 평가 프레임 워크와 같은 평가절차를 제정함으로써 효율적인 교통정보센터 운영관리에 기여하고자 한다. 품질특성 프로세스는 교통정보 데이터의 평가 프레임 워크에 기반이 된다 [1-5]. 따라서, 신뢰성 있는 교통정보를 획득하고, 교통정보 품질측정을 위한 평가체계의 프레임 워크를 통하여 체계공학 분야에서 활용되고 있는 교통정보 품질관리를 위한 시스템 데이터베이스를 구축하였다. 대상자료는 교통관리 시스템에서 수집하는 시간적(원시자료, 가공자료, 패턴자료), 공간적(차로별, 계절별, 2수준(검지기와 검지기 사이), 3수준(conzone)), 내용적(교통량, 점유율, 속도) 자료를 6가지 단위 평가 지표(정확성, 완전성, 유효성, 적시성, 접근성, 포괄성)를 통합하여 종합적인 신뢰성 평가를 위한 교통정보 품질특성을 온톨로지 기법을 통하여 제시하였다.

본 논문의 서론에서는 목적과 방법을 소개하고, 2장에서는 정보의 품질개념화와 분류, 프레임워크, 특성변수들의 이론적 배경을 설명한다. 3장에서는 교통정보 데이터 품질속성의 평가방법을 제안하고, 4장에서는 교통정보 데이터 품질특성을 평가하는 사례분석을 통하여 모델을 제시하였다.

본 연구의 온톨로지 평가 기법은 다양한 분야의 체계개발 및 체계개발에 따른 부체계의 특성을 반영하는 성과의 평가 지표로 활용될 것이다.

II. 이론적 배경

2.1 교통정보

교통(Transport)은 인간의 실제 활동이 이루어지는 장소와 장소간의 이동으로 과정과 절차를 포함하는 모든 활동이다. 사회·경제활동의 욕구가 일어나는 곳과 실제로 활동이 이루어지는 곳이 일치하지 않을 때 발생한다. 출퇴근, 등하교, 업무, 쇼핑 등과 같은 목적이나 기회를 충족시키기 위한 수단을 의미하기도 하며, 이동 자체가 목적이 아니므로 과정까지의 행위만으로 볼 수 없고, 중간재(intermediate goods)로서 이동이 이루어지는 활동으로 이동 수단을 포함하는 시스템이 내부에 존재하며, 단일 요소로서 파악되는 것이 아니라 숲의 형태로 전사적 의미를 파악해야 하는 성질을 갖는다. 미시

적으로는 교통수요를 파생하므로 수요와 공급의 상관관계를 상호절충 하는 요소적 특성을 총칭한다[6-7].

또한, 정보(Information)는 자료(Data)를 수집, 정리, 분석하는 가운데 단순한 사실에 인간이 의미를 부여한 것이라고 할 수 있다. 정보는 그 수신자에게 의미가 있는 형태로 처리된 자료로서, 현재 또는 미래의 행위나 의사결정에 실제적인 혹은 지각된 가치를 가진 데이터로 개념화 한 것을 말한다 [7]. 개념(Concept)이란 사물이나 현상을 추상하여 대표하는 특정한 의미를 지닌 용어(Term)를 말한다. 개념은 구체적인 사물이나 현상 그 자체가 아니고 그러한 것들을 추상적, 상징적으로 표현하는 관념적 구성물이다. 이는 이론의 가장 기초적인 구성요소이며, 명제를 구성하는 요소이다. 개념이 갖는 의미를 규정하는 것, 즉 개념을 정의함으로써 개념을 만드는 것을 개념화(Conceptualization)라고 한다[8-10].

따라서, 교통정보란, 교통정보 품질을 개념화함에 있어서 인간이 상황에 따라서 이동시간, 수단, 노선 등을 적절하게 선택하도록 제공되는 도로 및 교통에 관련된 정보의 한 형태이다[11-12]. 도로는 고대 이집트에서 피라미드를 축조하기 위해 BC 1900년경에 1.3m 폭의 도로가 있었고, 20세기 초에는 시가지에서 교통의 혼잡, 주차문제, 교통사고 등 재래식 도로로서는 해결하기 어려운 문제가 발생하여 도로의 계획과 시공을 과학적으로 개량하려는 시도가 이루어지게 되었으며, 프랑스에서는 루이 14세때에 이르러 트레사게(1711-1796)가 깎들을 기초로 중간층과 표층에 부순돌을 사용한 공법을 고안하여 15세기경부터 교통의 발달이 이루어졌다. 이후, 나폴레옹 시대부터 국토정보를 정비하기 시작하였는데 약 8만 km의 도로망 발달과 이를 관리하기 위한 정보의 수집, 정리, 분석을 하는 업무가 필요하게 되었다. 이때부터 교통정보라는 개념화가 등장하였다[7,11].

2.2 교통정보 데이터의 분류

교통정보는 분류하는 기준에 따라 다양하게 구분할 수 있는데, 교통정보의 내용과 구성요소를 기준으로 분류하고 있다. 교통정보는 크게 교통정책 관련 정보, 교통규제 관련 정보, 경로유도 관련 정보, 안전운전 관련 정보로 나눌 수 있고, 이들 정보를 구성하는 요소는 장소, 시간, 교통상황, 원인, 규제 내용 등이 있다. 교통정보는 정보의 제공 시점, 정보의 성격, 정보의 내용에 따라 분류하면 아래 표 1과 같다[11-13].

표 1. 교통정보 데이터의 분류
Table 1. Classification of traffic information data

교통정보	분류
정보의 제공시점에 따른 분류	<ul style="list-style-type: none"> • 통행 전(Pre-trip)정보 • 통행 중(En-route)정보
정보의 생산시점에 따른 분류	<ul style="list-style-type: none"> • 정적인 정보 <ul style="list-style-type: none"> - 계획된 도로공사, 특별행사, 통행료정보, 대중교통정보(요금, 시간표, 노선), 화물차 규제(과적, 과고, 위험물 수송), 주차장 정보(위치, 요금), 생활안내(음식점, 주유소, 편의점 등) • 실시간 정보 <ul style="list-style-type: none"> - 도로교통상황(정체여부, 위치, 정체길이 등), 대체도로, 기상정보(안개, 눈, 비 등), 대중교통 연차정보, 주차가능대수, 주행시간 예측정보
정보의 성격에 따른 분류	<ul style="list-style-type: none"> • 설명적 정보 • 권고적 정보
정보의 내용에 따른 분류	<ul style="list-style-type: none"> • 교통정체 정보 • 교통규제 정보 • 경로유도 정보 • 기타 정보

품질은 이용자를 만족시키는 생성물의 유용성을 정하여 주는 특성으로 Juran J.M.(1951)는 사용의 적합성(Fitness for use)라고 정의하였고, Crosby P.B.(1979)는 요구조건과의 일치성(Conformance to requirements)이라고 정의했다. 또한, Feigenbaum A.V.(1945)는 사용목적에 관련된 시킨 제품 또는 서비스의 특성 집합으로 정의하였으며, 다푸지(1980)는 성능치의 변동과 부작용 등으로 인하여 사회에 끼친 손실이라고 정의한 바 있다(2,5,14-16). 이러한 품질의 개념은 성능의 특성치에 영향을 주는 제어 가능한 인자(Controllable factor)를 의미하며, 이들 인자들의 최적수준을 정하여 관리하는 일련의 활동들(계획-실행-확인-조치)을 품질관리라고 한다(7-12). 따라서, 교통정보의 데이터 품질 관리는 데이터를 사용하려는 어떤 목적을 위하여 요구되는 사항을 충족시켜 주는 것으로 정확성, 적시성, 적절성, 완전성, 이해성, 신뢰성을 가지도록 권고하였다. 교통정보 데이터의 정확성과 데이터로 생성되는 정보품질을 크게 높이는 것은 사전활동(Proactive)을 통해서 대처하는 일련의 활동이 필요하다 하였다(2,17-20).

III. 품질특성과 데이터 평가 프레임 워크

3.1 품질특성과 데이터 평가 프레임 워크

교통정보 품질관리는 성능특성치의 변동에 의하여 좌우되는 것으로 설계와 공정에서 3단계(시스템설계, 파라미터설계, 허용차설계)로 구성된다(7,17).

품질특성은 포괄적인 기능성과 비기능성의 항목이 품질에 영향을 미치는 특징(Feature)이나 특성(Attribute)을 말하고, 하위 개념으로 품질특성은 기능적 특성을 갖는 교통정보 품질평가의 대상이 되는 선질과 성능으로 교통량, 속도, 점유율 등을 의미한다. 이를 수치로 표시한 데이터를 품질특성치 또는 특성치라고 한다(7,11,17). 본 연구에서는 정확성(Accuracy), 완전성(Completeness), 유효성(Validity), 적시성(Timeliness), 접근성(Accessibility), 포괄성(Coverage)이다. 정확성은 자료의 값과 정확하다고 가정된 원 자료와의 부합정도를 나타낼 뿐 아니라 에러에 대한 자유도의 질적인 추정을 포함한다(21-27). 완전성은 원하는 특성들은 가지고 있는 정도이며, 유효성은 자료가 유효성 기준의 허용 요구수준을 만족하거나 혹은 각각의 허용값의 영역 안에 위치하는 정도이다. 적시성은 원하는 시간이나 지정 시간에 데이터가 제공/갱신되는 정도이다. 또한, 접근성은 데이터를 쉽게 구할 수 있고 다룰 수 있는 용이성이다. 포괄성은 수집되는 데이터의 범위로 정의한다. 결과를 낳은 상태나 조건 등 품질특성에 영향을 주고 있는 원인을 요인(Source of variation)이라고 말하며, 교통정보 품질관리에서 특성치의 통계적 사고방법이 중요한 것은 품질이 끊임없이 변동하기 때문이다. 아무리 정밀한 ITS장비를 통해서 주의 깊게 정보를 생성시켜도 정보처리나 제공에는 운전자에게 데이터의 산포(Dispersion)가 발생한다(25,28-30). 데이터의 산포 혹은 퍼짐(Spread)은 미세한 차이(Slight difference)나 변동(Variance)으로서 교통정보를 이해하는데 중요한 개념이다. 산포는 교통정보의 품질수준을 유지할 수 있는지 혹은 품질을 불안하게 하는 원인이 존재하는지를 분석하는데 기여하며, 데이터의 중심으로부터 치우치는 정도, 즉 분포 내지는 경향성을 나타내는 척도로서 특성치의 변동범위, 편차지수합, 분산, 불분분산 및 표준편차 등이 있다. 이러한 특성치를 개념화 한 것이 변수이며, 변수(Variable)는 조작화된 개념으로서 성별이나 연령, 직업, 속도, 교통량, 밀도 등과 같이 둘 이상의 값(Value)이나 범주(Category)를 갖는 개념을 말한다(2,7).

반대로, 오직 하나의 값이나 범주만을 갖는 개념을 상수라고 한다. 변수는 관찰대상이 갖는 특성이다. 변수가 갖는 각각의 속성을 변수값이라고 한다. 예를 들어, 차량은 변수이고, 각각의 차량종류는 변수 값이다. 조작화하지 않아도 변수가 되는 개념이 있는가 하면 정의화를 거쳐야만 변수가 되는 개념이 있다.

교통량, 속도, 밀도, 소득, 교통량 같은 개념은 그 자체로서 정의화 한 개념으로서 조작화 하지 않아도 변수가 되지만 접근성, 포괄성, 적시성, 정확성, 안전성 같은 개념은 정의화를 통하여 변수로 만들어야 한다. 여러 하위 개념들로 이루어진 구성체인 경우에는 먼저 어떠한 하위 개념들을 포함시킬 것인지를 이론적으로나 실증적으로 검토한 후에 명확한 개념 규정을 하여 변수화해야 한다[31-34]. 본 연구에서는 6가지 평가 지표를 기반으로 교통정보 품질측정을 위한 평가 체계 프레임 워크가 다음의 그림 1에서와 같이 제시된다.

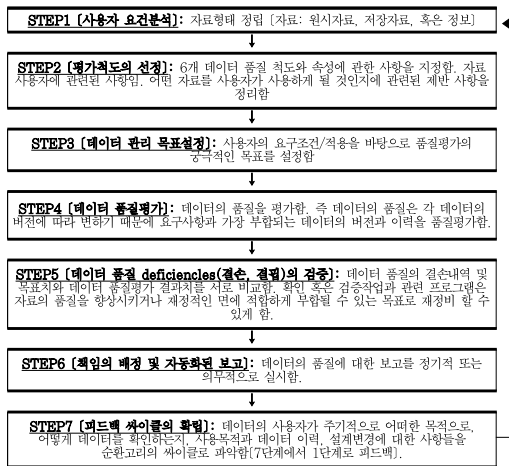


그림 1. 교통정보 데이터의 평가 프레임 워크
Fig. 1. Frame work of traffic information data measure process

3.2 국내·외 교통정보 데이터의 품질특성 평가

국내 연구로는 한국건설기술연구원의 국토 ITS의 효율적인 유지관리에 관한 연구가 있다. 이 보고서에서는 자료의 품질에 대한 평가지표를 개념적으로 정리하였다[24-25]. 한국도로공사 도로교통연구원의 고속도로 차량검지자료 조사·분석 및 활용기법 개발에서 평가기법에 대해 연구한 사례가 있다[13].

국의 연구로는 미국의 Battelle사가 평가기법을 개발하였으며, 6가지 평가지표를 제시하고 이에 대해 FTMS 실험에 맞는 방법론을 운영 중에 있다[35-38]. 평가 프로그램 구축

은 기존처리과정과 개선처리과정 구현 및 자료평가구현(완전성, 유효성, 적시성)하였다[13-16,35-39]. 평가대상 자료는 교통관리시스템에서 수집하는 시간적(원시자료, 가공자료, 패킷자료 등), 공간적(차로별, 지점별, 2수준별(검지기와 검지기 사이), 3수준(Conzone) 등) 내용적(교통량, 점유율, 속도) 모든 자료를 평가대상 자료로 선정하고, 선정된 대상 자료는 6가지 평가지표(정확성, 완전성, 유효성, 적시성, 접근성, 포괄성)에 의해 평가한다. 신뢰성 평가를 위한 차량 검지기 및 AVI 등 교통자료 수집 장비로부터 수집되는 자료의 품질을 측정항목별 평가척도, 주체, 수행시기는 표 2와 같다.

표 2. 교통정보 데이터 품질특성
Table 2. Quality attribute for traffic information data

품질특성	특성정의	주체	수행시기
정확성 (Accuracy)	• 실제 현장에서 조사된 자료와의 부합성 - 검지자료의 정확도 : %오차	현장	주기적
완전성 (Completeness)	• 교통량, 속도, 점유율, 차량길이 등 항목별 수집여부	센터	실시간
유효성 (Validity)	• 각 항목별 허용 요구수준을 만족하는 정도 - 유효수집율 : 필터링을 거쳐 남는 자료의 비율	센터	실시간
적시성 (Timeliness)	• 해당 수집단위주기의 자료가 수집되는 비율	센터	실시간
접근성 (Accessibility)	• 일정시간 동안의 자료수집 비율 - 검지기 가동률 : online 비율	센터	실시간
포괄성 (Coverage)	• 시스템 설치범위 중 자료수집 범위의 비율	센터	실시간

교통정보 품질 평가척도에 대한 대상은 구간통행시간, 출발상황 감지 신뢰도, 항목별 품질측정 평가척도 설정이다. 구간통행시간은 제공되는 통행시간정보의 품질을 측정하기 위한 각 평가항목별 평가척도는 표 3과 같다.

표 3. 통행시간정보 품질특성
Table 3. Quality attribute for travel time information

품질속성	속성정의	주체	수행시기
정확성 (Accuracy)	• 실제 현장에서 조사된 구간 통행시간 자료와의 부합성 - 통행시간 제공정보의 정확도 : %오차	현장	주기적
접근성 (Accessibility)	• 해당 구간의 통행시간 산출을 위해 요구되는 지점자료 또는 구간수집장비로부터 수집되는 자료의 수집비율	센터	실시간
포괄성 (Coverage)	• 서비스 범위에 대한 정보제공 범위의 비율	센터	실시간

돌발상황 감지 신뢰도는 돌발상황 감지 신뢰도를 측정하기 위한 평가항목으로 평가척도를 정리하면 표 4와 같다.

표 4. 돌발상황 감지 신뢰도 품질특성
Table 4. Quality attribute for incident detection reliability

품질특성	평가Class변수	주체	수행시기
정확성(Accuracy)	감지율, 오보율	센터	주기적
적시성(Timeliness)	감지시간	센터	발생시

3.3 교통정보 데이터 품질특성 평가

교통자료의 품질속성 평가척도에 대한 기준 연구는 Texas Transportation Institute에서 제시한 몇 가지 기준을 검토 하였다[27]. 속도의 경우 여행자 정보제공을 위해서는 참값과 20% 정도의 차이가 발생하고 있다. 현재, 우리나라에서 제품 검수 시에 사용하고 있는 95% 기준의 경우 시스템 운영 시 품질관리를 위한 기준으로 사용하기에는 무리가 따르는 것으로 판단되며, 이에 대한 명확한 기준 제시를 위하여 심도 있는 연구가 지속적으로 추진되어야 할 것이다[39-42].

Texas Transportation Institute(2002)는 차량 검지기 평가를 실시한 결과, 자유류 상태에서 95%의 교통량과 5mph이내의 속도를 수집자료의 정확성기준으로 제시하였으며, 정체 상태에서 70-90%의 교통량과 10~30mph의 속도를 수집자료의 정확성 평가기준으로 제시한 바 있다 [27,35-38].

표 5. 텍사스주 교통정보 데이터 품질특성 평가기준
Table 5. Evaluation criteria of quality attribute for traffic information in texas state

구분	적용	기준	
		지역적 상황 Local Implementation	전국적 상황 National Implementation
속도의 정확성 (Speed Accuracy)	교통관리 (Traffic Management)	5-10%	5-10%
	여행자 정보제공 (Traveler Information)	20%	20%
교통량의 정확성 (Volume Accuracy)	교통관리 (Traffic Management)	10%	-
	여행자 정보제공 (Traveler Information)	-	-
적시성(Timeliness)	모든 경우(All)	지체(Delay) < 1분	지체(Delay) < 5분
유용성(Availability)	모든 경우(All)	99.9% (약 10시간/1년)	99% (약 100시간/1년)

평가대상 자료는 시간적, 공간적, 내용적으로 구분하며, 시간적 자료는 30초, 1분, 5분, 15분, 1시간, 일별, 월별 자료로 구분하고, 공간적 자료는 차로별, 지점별, 2수준별, 3수준별 자료로 구분하며, 내용적 자료는 교통량, 점유율, 속도 자료로 구분한다.

표 6. 적용분야별 평가기법 예시
Table 6. Cases of application areas for evaluation criteria

적용 분야	평가 지표						비고
	A	B	C	D	E	F	
지표점수	90	90	85	90	85	90	
교통계획	필요지표	-	-	○	○	-	○
	합격점	-	-	85	90	-	80
	합격여부	-	-	○	○	-	○
교통운영	필요지표	○	○	○	-	○	-
	합격점	80	90	90	-	84	-
	합격여부	○	○	○	-	X	-
교통정보제공	필요지표	○	○	○	○	○	-
	합격점	95	90	85	90	90	-
	합격여부	X	○	○	○	X	-

평가기법은 다음 표 8과 같이 모든 대상 자료는 각각의 평가 자료에 대하여 정해진 일정 요구 수준에 만족하는 자료와 만족하지 않는 자료로 구분된다. 만족하는 자료는 합격(Accept), 그렇지 못한 자료는 불량(Reject)으로 평가된다. 허용된 자료는 이용자가 바로 사용할 수 있는 자료이며, 불가로 판정된 자료는 재가공처리 해야 되는 자료이다.

표 7. 차량검지기 자료평가 결과
Table 7. Results of evaluation criteria for traffic information on vehicle detector

평가기준 설정범위 (%오차)	평가 지표						종합 평가
	정확성	완전성	유효성	적시성	접근성	포괄성	
5	[Good]	[Good]	[Good]	[Good]	[Good]	[Good]	허용
10							
15							
20	[Average]	[Average]	[Average]	[Average]	[Average]	[Average]	허용
25							
30	[Poor]	[Poor]	[Poor]	[Poor]	[Poor]	[Poor]	불가
평가	합격	불량	합격	합격	합격	합격	불가

IV. 온톨로지 기법의 교통정보 데이터 평가

4.1 교통정보 품질특성 분석결과

교통정보 품질특성을 분석하기 위해서 국토해양부 A지방 국토관리청의 사례를 분석하였다. 다음 표 4은 A지방국토관리청 교통정보센터의 VDS 식별번호 42004VDE51502지점에 대한 2008월 3월 1일 ~ 3월 4일 동안 수집된 자료의 교통정보 품질관리 분석을 실시하였다. 지역 센터의 정확성은 수집된 원시자료와 현장에서 별도의 장비로 측정된 값을 비교하여 두 값의 차이(%)로 정의한다. 현장에서 별도의 장비로 측정된 값을 참값으로 가정한다.

원시자료란 현장 차량검지기에서 수집된 자료를 의미하고, 이 자료는 수집주기 30초마다 수집되어 진다. 또한 원시자료는 차로별, 지점별로 수집 가공하며, 교통량, 점유율, 속도 등의 자료를 수집한다. 원시자료의 대상 범위는 시간적, 공간적, 내용적으로 구분한다. 시간적 범위는 30초 원시자료이며, 내용적 범위는 교통량, 점유율, 속도자료로 구분한다. 공간적 범위는 루프별(차로별), 지점별 자료로 구분하며, 이를 도식하면, 그림 2와 같다.

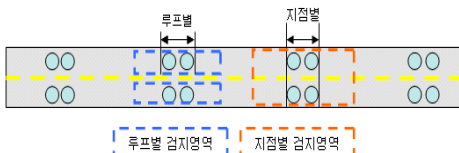


그림 2. 차량검지기 공간적 대상범위(원시자료)
Fig. 2. Detective spatial scopes on vehicle detector(Source data)

실시간 자료 중에서 원시자료의 대상 범위는 시공간, 내용적으로 분류하며, 상세한 분류와 범위는 표 8과 같다.

표 8 실시간 교통자료의 시공간, 내용적 범위
Table 8. Time and spatial, contents on real time traffic data

구분	시간적 대상자료	공간적 대상자료				대상 자료 항목
		루프별	지점별	2수준	3수준	
실시간 자료	30초 원시자료	○	○	X	X	교통량 점유율 속도
	30초 보정자료	○	○	X	X	
	1분 가공자료	○	○	X	X	
	5분 가공자료	○	○	X	○	

원시자료의 각 자료(교통량, 점유율, 속도)는 루프별, 지점별로 수집된다. 수집된 자료는 6가지 평가지표(정확성, 완전성, 유효성, 적시성, 접근성, 포괄성)에 의해 평가된다. 표 9는 원시자료의 각 자료에 대해 평가해야 할 평가척도의 지표를 정리한 것이다.

표 9. 데이터별 평가척도의 지표
Table 9. Index of evaluation criteria by data types

구분	루프별(차로별)	지점별
교통량	정확성, 완전성, 유효성, 적시성, 접근성, 포괄성	(각 시공간, 내용적 모든 자료에 6가지 평가지표를 모두 적용)
점유율		
속도		

패턴자료는 실시간자료와 시간적, 공간적, 내용적으로 다음과 같이 차이가 나기 때문에 자료를 평가하기 위하여 실시간과 다르게 평가지표 및 평가지표의 정의를 달리해야한다. 패턴자료는 요일별로 구분하여 5분, 15분, 1시간, 요일별, 월별로 각각 평균값의 패턴을 나타낸다. 또한 패턴자료는 차로별, 지점(1수준별), 2수준별, 3수준별 자료로 수집 가공한다. 패턴자료의 대상 범위는 다음과 같이 구분되며, 정리하면 표 10과 같다.

표 10. 패턴 자료의 시공간, 내용적 범위
Table 10. Time and spatial, contents on traffic pattern data

구분	시간적 대상 자료	공간적 대상자료			대상 자료 항목
		루프별	지점별	2수준 3수준	
패턴 자료	15분 가공자료	○	○	X ○	교통량, 속도, 점유율, 통행시간(구간)
	1시간 가공자료	○	○	X ○	
	요일 가공자료	○	○	X ○	

시간적 대상범위는 5분, 15분, 1시간, 일별, 월별자료로 구분하며, 내용적 대상범위는 교통량, 점유율, 속도, 통행속도(시간: 2, 3 수준별 구간 자료)로 구분하고, 공간적 대상범위는 루프별, 지점별, 2수준별, 3 수준별 자료로 구분하며, 패턴자료의 공간적 대상범위는 그림 3과 같다. 여기서, 2수준별 자료는 루프간의 자료를 하며, 3수준별 자료는 교차로(IC: Interchange)와 교차로 사이(Conzone)를 말한다.

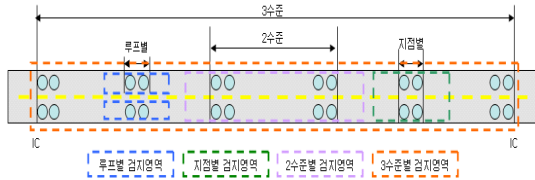


그림 3. 차량검지기 공간적 대상범위(패턴자료)
Fig. 3. Detective spatial scopes on vehicle detector (Pattern data)

패턴자료는 과거 5분, 15분, 1시간, 일별, 월별 등의 이력 자료들의 패턴을 알아보기 위한 자료이다. 따라서, 원시자료인 실시간 자료와는 차이가 있기 때문에 실시간자료와 패턴자료를 비교하여 평가대상 자료를 정의 재정립하였다. 여기서, 실시간 자료는 그 자체가 하나의 자료이며, 패턴 자료는 여러 자료의 평균이 하나의 자료이다. 따라서, 실시간 자료와 패턴 자료를 활용한다. 다음 표 11은 실시간 자료와 패턴자료의 시공간적 범위와 평가지표이다.

표 11. 실시간자료와 패턴 자료의 시공간적 범위 비교
Table 11. Comparison time and spatial scopes between real time data and pattern data

자료	시간적	공간적
실시간 자료	<ul style="list-style-type: none"> 30초 원시자료 30초 보정자료 	<ul style="list-style-type: none"> 차로별/지점별
실시간 패턴자료	<ul style="list-style-type: none"> 5분 가공자료 	<ul style="list-style-type: none"> 차로별/지점별/3수준별
패턴자료	<ul style="list-style-type: none"> 15분 가공자료 1시간 가공자료 일별 가공자료 	

원시자료의 정확성 평가는 현실적으로 센터에서 실시간으로 평가하기 힘든 업무이다. 대상 도로의 모든 시공간적 범위에 대해 평가하기는 불가능하다. 정확성은 별도의 예산과 시간을 할애하여 장비의 성능평가와 더불어 실행하여야 할 것이다. 따라서, 정확성의 신뢰성 평가는 센터에서 실시간으로 수행하지 않는다. 본 연구에서는 지점정보를 그대로 수신하기에 차이는 0%로 가정하였다.

다음의 표 12는 국토해양부 A지방국토관리청 교통정보 데이터를 평가한 사례이다. 완전성이 높다는 것은 통신상황이 좋다는 것을 의미한다. 완전성이 낮을 경우 통신환경에 대한 점검이 필요하다. 지역 센터에서의 완전성은 요구자료 대비 실제 수집된 자료의 비율인 자료 수집율(%)로 정의한다. 자료 수집율은 요구 자료수 대비 실제 수집되는 자료의 백분율로 정량화할 수 있다. 수집된 자료는 오류자료와 정상자료를 포함한다. 오류자료는 필터링을 거쳐 오류로 판단된 자료를 의미한다[23-25]. 따라서, 완전성은 현장장비와 센터간 통신의 문제점을 파악하는데 유용하게 해석되어 질 수 있다[24-25].

표 12. 국토해양부 A지방국토관리청 교통정보 데이터 결과 사례
Table 12. Result cases of traffic information data at A' regional office on Ministry of Land, Transport and Maritime

구분	1일	2일	3일	4일
정확성(%)	100%	100%	100%	100%
요구된 자료 수	2,880	2,880	2,880	2,880
수집된 자료 수	2,841	2,850	2,796	2,841
완전성(%)	98.65%	98.96%	97.80%	98.65%
수집된 자료 수	2,841	2,850	2,796	2,841
유효한 자료 수	2,840	2,831	2,777	2,824
유효성(%)	99.96%	99.33%	99.32%	99.40%
수집된 자료 수	2,841	2,841	2,841	2,841
적시에 도착한 자료수	2,841	2,841	2,841	2,841
적시성(%)	100%	100%	100%	100%
검지기 가동률(%)	100	100	100	100
가동시간(min)	1440	1440	1440	1440
접근성(%)	100%	100%	100%	100%
포괄성(%)	92%	92%	92%	92%

30초 주기로 자료를 수집하는 센터의 경우, 5분에 10개, 1시간에 120개, 1일 2,880개의 자료가 수집되어야 한다. 공간적 측면에서 수집된 자료는 공간적 범위인 링크 및 구간에서 수집되어야 할 자료의 총 수는 Off-Line인 지점의 자료수는 제외한다. Off-Line 지점을 포함할 경우 포괄성과 중복 평가된다. 따라서, Off-Line 지점은 포괄성 측면에서 고려한다. 시간적 측면에서 수집된 자료는 평가되는 집계시간 이내에 도착한 자료를 의미한다.

완전성 평가에 대한 시간적, 공간적 평가 범위는 다음과 같다. 완전성의 경우 30초 단위의 평가는 샘플 수의 부족으로 평가를 수행하는 것이 무의미 하다. 통계적 의미를 지니기 위해서는 최소한 10개 이상의 샘플 수를 지녀야 한다. 교통정보의 신뢰성은 정보제공 주기인 5분단위 및 정보제공의 공간적 범위에 대한 평가는 수행되어야 한다[24].

지역 센터에서의 유효성은 수집된 총 자료 중 이용 가능한 자료의 백분율로 정의한다. 여기서 이용 가능한 자료는 오류 판단 알고리즘을 거쳐 정상으로 판정된 자료를 의미한다. 유효성은 현장장비 센서의 이상 유무를 판단하는데 좋은 자료로 활용될 수 있다. 유효성이 낮다는 것은 현장장비의 센서 부분에 이상이 있는 것으로 해석할 수 있다. 현장장비에서 수집된

원시 자료의 유효성을 판별하기 위해 30초 단위로 오류판단 과정을 거친다. 수집된 원시자료가 오류로 판단될 경우 “-1”로 에러 코드를 생성하고, 결측보정 과정을 거치게 된다. 한계성 검증 및 논리검사는 현재 센터에 적용어지고 있는 오류판단 기준이다[24-25].

유효성 검사를 위한 자료는 A 지방국토관리청 1개 지점에서 2008년 3월 1일~4일까지 4일 동안 수집된 자료를 분석하였다. 이 자료는 영상검지기에서 수집된 지점자료이다. 자료 분석 결과 점유율 에러가 많은 것으로 분석되었다. 점유율 에러의 대부분은 점유율 임계값인 1이상이 값으로 분석되었다. 임계치 검사에 의한 유효성은 위의 표 0과 같다.

현장장비단에서의 자료 전송시간은 보다 정밀한 적시성 검사를 위해 현장장비와 센터의 연계정보요소에 포함되어야 할 것이다. 적시성 검사는 센터에 기록된 수신시간을 기준으로 적시성 검사를 수행하였다. 적시성은 다음 식을 이용하여 정량화하였다.

$$\text{적시성 (\%)} = \frac{\text{정해진 시간에 도착한 자료수}}{\text{수집된 총 자료수}} \times 100$$

지역센터의 자료수집주기가 30초 일 경우, 센터에서 수집 시간은 30초 단위로 일정하게 기록되어야 한다. 그러나, 현장 장비의 문제 및 통신상의 문제 등으로 인해 자료수집주기가 정확하게 지켜지지 않는 경우가 발생하게 된다. 운영자는 요구 시간보다 5초 늦게 도착한 자료에 대해 수용할 수 있다고 판단할 경우 시간지체 수용 한계를 5초로 정할 수 있다. 지역센터의 지체허용기준은 정보가공시스템에서 30초 단위 데이터를 가공하는데 최대 지연시간으로 설정할 수 있다. 만일 30초 단위로 수집된 자료가 지정시간보다 29초 시간지체가 발생하여도 정보를 가공하는데 아무런 지장이 없다면 시간지체 수용한계를 29초로 설정할 수도 있다. 시간지체 수용한계는 시스템의 성능 및 알고리즘 가공방법에 따른다[26].

A지방국토관리청의 경우 2008년 3월 1일 하루 동안 총 2,841개의 자료가 수집되었고, 이중 2,841개의 자료가 요구 시간 5초안에 모두 도착하였다.

2008년 3월 2일 하루 동안 총 2,850개의 30초 자료가 수집되었고, 이중 2,850개의 자료가 요구시간 5초안에 모두 도착하였다. 좀 더 면밀한 분석을 위해 지체허용시간 이상의 지체가 발생한 시간의 평균을 구할 수 있으나, 자료의 품질관리 측면에서 적시성의 런 길이 및 경향분석을 통한 시간지체 문제를 파악할 수 있는 옵션을 두었다.

접근성은 자료 이용자가 자료의 검색 및 가공하는데 걸리는 시간으로 정의한다. 자료 이용자의 목적에 따라 다양한 정

보를 검색하거나, 원하는 정보를 얻기 위해 가공(통계처리 등)하는 작업에 소요되는 시간이다.

포괄성은 수집된 자료가 대표하는 구간 범위의 비율로 정의한다. 포괄성은 시스템 또는 공간적 집계 단위에서 자료 수집범위의 비율을 말한다. 이는 공간적 범위 내에서 검지기의 On-Line과 수집자료의 결측율의 영향을 받는다. 시스템에 설치된 검지기의 On-line율이 낮아지거나, 결측된 자료가 많으면 포괄성은 낮아지게 된다. 따라서, 포괄성이 낮다는 것은 검지기 On-Line율이 낮거나, 결측된 자료가 많다는 것을 의미한다. A지방국토관리청 ITS구축구간의 포괄성은 92%이다 [26]. 총 검지구간 길이 중 실제 검지된 영역의 비율이다.

$$\text{포괄성 (\%)} = \frac{\sum_i^n (l_i \times a_i(h))}{L} \times 100$$

여기서, L = 총 검지 길이 (m)
 l_i = i 지점의 검지영역 (m)
 $a_i(h)$ = 1 : h 시간동안 i 지점에서 수집된 자료가 유효한 경우
 0 : h 시간동안 i 지점에서의 자료가 결측 또는 유효하지 않은 경우
 n : 지점수

포괄성의 공간적 특성을 보완하기 위해 단위 구간 길이를 검지기 설치 지점수로 나눈 밀도 개념을 보조 지표로 활용되고 있다. 또한, 포괄성은 완전성과 밀접한 관계를 가진다. 포괄성이 낮으면 완전성이 낮을 가능성이 높다[35-38].

표 13. 국토해양부 A지방국토관리청 교통정보 품질특성 결과
 Table 13. Result of quality attribute for traffic information at A regional office on Ministry of Land, Transport and Maritime

평가기준 설정범위	평가 지표						종합 평가	
	정확성	안전성	유효성	적시성	접근성	포괄성		
5 10 15 20 25 30	좋음						허용	
	보통							
	불량							
평가	합격	합격	합격	합격	합격	합격		불가

4.2 온톨로지 기법의 교통정보 데이터 평가

온톨로지는 인간 및 체계 간의 의사소통 시 특정 단어가 나타내는 개념의 의미를 이해하는데 사용되는 것으로 개념을 공유하는 형식화된 명확한 명세(Gruber T. R 1993)로 정의

하며, 2004년 W3C권고안으로 채택된 온톨로지 웹 언어(OWL: Ontology Web Language)는 지식표현 체계로 체계공학 및 기술경영 분야에서 폭넓게 활용되고 있다(43-45). OWL은 개념(Concept)과 규칙(Role)을 논리적으로 기술하고, 논리학의 Boolean 연산자와 각종 규칙을 용어적 지식으로 기술논리(DL: Description Logic)화 하였다(45-46).

클래스(Class)는 평가 온톨로지를 위한 2가지 계층구조 클래스로서 상위는 품질평가 지표들의 집합인 매트릭스(Metrics)와 평가관점에 따라 4가지(품질속성, 관리주체, 분석시기, 가공방법)의 클래스로 구성된다. 다음 그림 4는 클래스의 계층구조를 간략히 도식한 것이다.

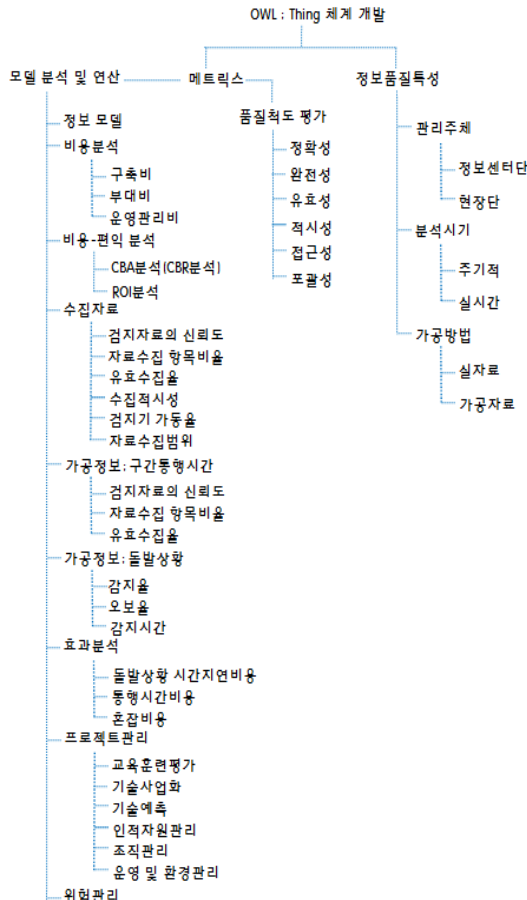


그림 4. 클래스 계층구조 다이어그램
Fig. 4. Diagrams of class hierarchy

프로퍼티(Property)는 각각의 개체(Objects)를 나타내는 것으로 품질속성(정확성, 완전성, 유효성, 적시성, 접근성, 포괄성), 관리주체(현장, 센터), 분석시기(주기적, 실시간), 가공방법(실자료, 가공자료)이다(45). 또한, 인스턴스

(Instance)는 프로퍼티들 간의 관계를 표현하며, 프로퍼티들 간의 관계를 다음 표 14에서와 같이 정의한다.

표 14. 교통정보 품질 평가척도 간의 관계
Table 14. Relationships of traffic information for quality evaluation criteria

Class	Individual	Property
수집자료	• 검지자료의 신뢰도	• 조사 자료와의 % 오차
	• 자료수집항목비율	• 자료수집항목 수집비율
	• 유효수집율	• 항목별 허용 요구수준을 만족하는 정도(필터링 후 남는 자료의 비율)
	• 수집적시성	• 해당 수집단위주기의 자료가 수집되는 비율
	• 검지기 가동률	• 검지기의 online 비율
	• 자료수집범위	• 시스템 설치범위 중 자료수집 범위의 비율
구간 통행 시간	• 통행시간 신뢰도	• 조사 자료와의 %오차
	• 요구자료 수집율	• 해당 구간의 통행시간 산출을 위해 요구되는 지점자료 또는 구간수집 장비로부터 수집되는 자료의 수집비율
	• 자료제공범위	• 서비스 범위에 대한 정보제공 범위의 비율
	가공 정보	• 감지율
• 오보율		• 돌발상황 경보 중 실제 돌발상황이 아닌 비율
• 감지시간		• 실제 돌발상황이 발생한 시각과 알고리즘을 통하여 돌발상황이 감지된 시각의 차이들의 평균

본 연구에서 제시하는 매트릭스와 평가관점 간의 관계를 제한하는 것은 바로 평가시 고려사항(교통계획, 교통운영, 교통정보제공)에 따라서 지표를 활용하기 위한 지식베이스(Knowledge-based database)를 구축하는 과정이라 할 수 있다(24-25,45-46). 본 연구에서는 교통계획, 교통운영, 교통정보제공이 평가시기(예측, 현황, 결과보고)와 관심계층(이용자, 관리자, 실무자)을 대상으로 계층화해야 하므로 그림 5에서와 같이, 분석범위를 한정하여 온톨로지 제한을 적용하였다. 분석자의 필요에 따라 확장이 가능할 것이다(47-48). 표 14에서 정의한 클래스들을 대상으로 인스턴스를 취할 수 있는 관계의 범위를 새로 정의하는 것으로 OWL에서 대표적으로 활용되고 있는 allValuesFrom의 제한방법을 사용한 예를 아래에 도식하였다(48).

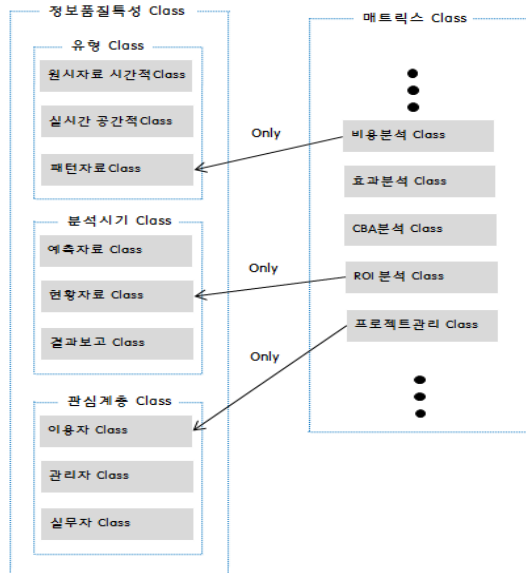


그림 5. 온톨로지 논리 제한 사례
Fig. 5. Constraint cases of ontology logic

향후, 국방분야 등에서는 EVMS 적용을 통한 확장성을 고려할 수 있을 것이다[2-5,47]. 그림 6은 교통정보 신뢰성 평가관점에서 제시한 온톨로지 모델링으로서 온톨로지 분석 툴(Tool)인 Protégé-OWL프로그램을 활용하여 체계공학 DB를 구축하였다[48].

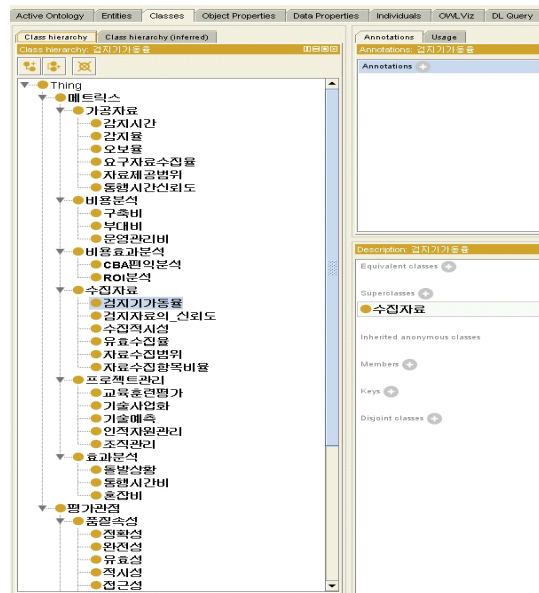


그림 6. Protégé-OWL 모델링
Fig. 6. Modeling of Protégé-OWL

IV. 결론

본 연구에서는 교통정보 데이터의 품질특성을 분석하여 신뢰성 있는 교통정보 평가기준을 마련하고, 국토해양부 A지방 국토관리청 사례분석을 통하여 교통정보 데이터의 평가 프레임 워크와 같은 평가절차를 제공함으로써 효율적인 교통정보 센터 운영관리에 기여한다. 또한, 체계공학 분야에서 활용되고 있는 교통정보 품질관리를 위한 온톨로지 기법을 통하여 데이터베이스를 구축하였다.

본 연구를 통한 기대효과는 품질정보의 개념화와 분류, 프레임워크, 특성변수들의 교통정보 데이터 품질특성 평가방법을 제시하고, 교통정보 데이터 품질특성을 평가하는 사례분석을 통하여 체계공학 데이터베이스 모델을 제공하는 것이다.

본 연구에서 제시하는 6가지 단위 평가 지표를 토대로 통합적인 종합평가 지표를 적용함으로써 개별의 신뢰성 평가 항목인 완전성, 유효성, 적시성, 접근성을 함께 분석할 수 있으며, 단위 평가 지표와 통합 지표를 한 눈에 볼 수 있도록 교통정보 데이터의 품질특성과 신뢰성 평가 사례를 제시하였다. 또한, 신뢰성 높은 교통정보는 완전성이 높고, 유효성이 높으면서 적시성이 높은 특성을 보였다. 이는, 신뢰성 평가항목의 개별 평가도 의미가 있지만 평가항목간의 조합성을 함께 체계공학 데이터베이스에서 확인할 수 있었다. 품질특성은 교통정보 데이터의 평가 프레임 워크에 기반이 된다. 그러므로, 향후, 연구에서는 다양한 데이터베이스 축적을 통한 체계공학 데이터베이스에서 심도 깊으며, 다양한 형태의 관계성 분석을 수행할 예정이다.

본 연구결과에서의 체계공학 데이터베이스는 교통정보 품질측정을 위한 평가 및 분석 체계를 통한 교통정보 품질특성 파악에 중요한 의미를 시사한다. 또한, 본 연구의 온톨로지 기법은 다양한 분야의 체계개발 및 체계개발에 따른 부체계 및 구성품의 품질특성을 반영하는 성과의 평가 지표로 활용될 것으로 판단된다.

참고문헌

[1] Abbas, S. Q., Aggarwal, A., Development of a Structured Framework To Achieve Quality Data, International Journal of Advanced Engineering and Application, Jan, 2010
[2] Batini, C., Scannapieco, M., Data Quality:

- Concepts, Methodologies and Techniques, Springer, Dec, 2006
- [3] Cykana, P., Paul, A., Stern, M., DOD Guidelines on Data Quality Management. Proceedings of the 1996 Conference on Information Quality, Cambridge, MA, pp.154-171, Jan, 1996
- [4] Defense Information Systems Agency, DOD Guidelines on Data Quality Management, Nov, 2004
- [5] DEFRA, RADAR Data Quality Framework, Nov, 2004
- [6] Jon D. Fricker and Robert K. Whitford, Fundamentals of Transportation Engineering: Multimodal Systems Approach, Pearson Education, April, 2012
- [7] Turner, S., Defining and Measuring Traffic Data Quality, Proceedings of the Traffic Data Quality Workshop, Washington, DC, Dec, 2002
- [8] Russom, P., Master Data Management: Consensus-Driven Data Definitions for Cross-Application Consistency, The Data Warehousing Institute, June, 2006
- [9] Lin, S., Gao, J., Koronios, A., Chanana, V., Developing a data quality framework for asset management in engineering organisations, Int. J. Information Quality, Vol. 1, No. 1, pp.100-126, April, 2007
- [10] Madnick, S. E., Wang, R. Y., Lee, Y. W., Zhu, H., Overview and Framework for Data and Information Quality Research, Journal of Data and Information Quality(JDIQ), Vol. 1, No. 1, June, 2009
- [11] The Korea Institute of Intelligent Transport System, Traffic Information Engineering, ChungMoonGak, Jan, 2008
- [12] Naqvi, M., Peter Dewsbury, P., Data Quality Management Framework for Local Authorities. Vol. 3, No. 3, Tribal, May, 2009
- [13] Baek, SeungKirl, NamKoong Seong, Development of Archived Traffic Management System on Freeway, Development of Archived Traffic Management System on Freeway, March, 2006
- [14] Juran J.M. Quality-control Handbook, New York McGraw-Hill Co., April, 1951
- [15] Crosby P. B., Quality is Free, New York, McGraw-Hill Co, April, 1979
- [16] Feigenbaum A. V., Quality control: principles, practice and administration: an industrial management tool for improving product quality and design and for reducing operating costs and losses, McGraw-Hill, March, 1945
- [17] Taguchi G., Introduction to Quality Engineering using Robust Design, Prentice Hall, June, 1989
- [18] Minsoo Lee Sujeong Cheong Okju Choi Boyeon Meang, Implementation of a Data Processing Method to Enhance the Quality and Support the What-If Analysis for Traffic History Data, Korea Information Processing Society, Vol.17-D No.2, pp.87-102, April, 2010
- [19] YongJin Ju, ChungHak Ham, Quality Control Scheme of GIS-based Bus Network for Stabilization of BIS - Focusing on Real-Time Public Transportation Information, Korea Society for GeoSpatial Information System, Vol.20 No.1, pp.33-41, March, 2012
- [20] Sun Ho Kim, Chang Soo Lee, The Data Quality Management Framework and it's Business Scenario, Journal of the Society for e-Business Studies, Vol.15, No.4, pp.79-99, Nov, 2010
- [21] YongHo Kim, A Study on an Optimal Setting of Traffic Data Collection Period and Detector Space for Uninterrupted Traffic Flow, Ajou University MS Thesis, Feb, 2002
- [22] SoonMi Oh, Study of improving detecting erroneous detector data in a freeway traffic management system, Seoul National University, MS Thesis, Feb, 2007
- [23] JungYeon Kim, Study on the imputation solution for missing data in dual-loop vehicle detector systems, Seoul National University, MS Thesis, Feb, 2007
- [24] Korea Institute of Construction Technology, ITS based on information collected and system improvements research, Final Report, June,

- 2006
- [25] Korea Institute of Construction Technology, Detector types of communication interval and performance evaluation, June, 2003
- [26] EunMi Park, Algorithms examine the national highway ITS infrastructure projects in 2005 / system adjustments and tuning, MokWon University, June, 2006
- [27] Texas Transportation Institute, Defining and Measuring Traffic Data Quality, June, 2004
- [28] HyunSuk Kim, Study on modelling the missing data imputation for traffic volume using circular probability distribution, Seoul National University, PhD Thesis, Feb, 2006
- [29] Sherif Ishak, Shourie Kondagari, Ciprian Alecsandru, "A Probabilistic Data-Driven Approach For Real-Time Screening Of Freeway Traffic Data", Annual Meeting of the Transportation Research Board(TRB), Jan, 2007
- [30] Chao Chen, Jaimyoung Kwon, John Rice, Alexander Skabardonis, and Pravin Varaiya, "Detecting errors and imputing missing data for single loop surveillance system." For Publication and Presentation Annual Meeting Transportation Research Board (TRB), Jan, 2003
- [31] Korea Institute of Construction Technology, Traffic Information Reliability Evaluation, April, 2007
- [32] Chen, L., and May, A., "Traffic detector errors and diagnostics", transportation research record 1132, TRR, Washington, D.C., pp.82~93, Dec, 1987
- [33] Benjamin Coifman, "Using Dual Loop Speed Traps to Identify Detector Errors", For Publication and Presentation Annual Meeting Transportation Research Board (TRB), Jan, 1999
- [34] Z. Wall, D.J. Dailey, "An Algorithm for the Detection and Correction of Errors in Archived Traffic Data", For Publication and Presentation Annual Meeting Transportation Research Board (TRB), Jan, 2003
- [35] Haitman Al-Deek, The Central Florida Data Warehouse(CFDW): Final Report, Jan, 2004
- [36] US. State of Maryland CATT Lab <http://www.cattlab.umd.edu>
- [37] US. State of Virginia ADMS <http://trafficdata.archive.ce.virginia.edu>
- [38] US. State of California PeMs <http://pems.eecs.berkeley.edu>
- [39] Korea ExpressWay Co. OASIS(Operations Analysis Supportive Information System) <http://www.ex.co.kr>
- [40] DongSun Kim, A Dynamic O-D Estimation Model of Freeway Traffic Flow, Seoul National University, PhD Thesis, Feb, 1994
- [41] YiEun Lee, JungHyun Kim, Development of a Freeway Travel Time Forecasting Model for Long Distance Section with Due Regard to Time-lag, Journal of Korean Transportation Vol.20, No.4, pp.51-61, Aug, 2002
- [42] KwangHo Kim, An algorithm for estimation of dynamic OD matrices using Kalman filtering, Seoul National University, MS Thesis, Feb, 2003
- [43] Gruber, T. R., A translation approach to portable ontology specifications, Knowledge System Laboratory Technical Report KSL 92-71, Revised April 1993
- [44] World Wide Web Consortium. OWL Web Ontology Language Semantics and Abstract Syntax. W3C Recommendation 10 Feb, 2004
- [45] SungHak Chung, "A Study on the Development of Intelligent Transport System Center for Integrated Road Transport Information Service System." Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 14, No. 10, pp. 259-270, Oct. 2009.
- [46] SungHak Chung, "A Study of the highway advisory radio system implementation for traffic information service" Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 14, No. 6, pp. 153-164, Jun. 2009

- [47] Rector A. L., Modularisation of domain ontologies implemented in description logics and related formalisms including OWL. In Second International Conference on Knowledge Capture (K-CAP), Sanibel Island, FL, Oct, 2003
- [48] Faiez Gargouri and Wassim Jaziri, Ontology Theory, Management and Design: Advanced Tools and Models, Information Science Reference 15, June, 2010

저 자 소 개



정 성 학(Sung-Hak Chung)
 1995년 동국대학교 안전공학과 공학사
 1997년 경기대학교 대학원
 산업공학과 공학석사
 2002년 경희대학교 대학원
 산업공학과 공학박사
 2003년 한국철도기술연구원 연구원
 2004년 Univ. of Central Florida
 IST 연구원
 2007년 한국건설기술연구원
 첨단교통연구실 선임연구원
 2011년~현재 국방과학연구소
 현공체계개발단
 선임연구원
 관심분야: 지능형교통체계, 체계공학,
 인간공학
 Email : shc4488@gmail.com