

# Messung und Aufwandsschätzung bei der Entwicklung von Web Applikationen

# Warum das ganze ?

- Entwicklungskosten spielen eine immer wichtigere Rolle
- Messmethoden erlauben diese Aufwandsschätzung
- Die Qualität der Applikationen und der Entwicklungsprozesse stehen im Fokus
- Lerneffekte durch Einsatz solcher Managementmethoden

# Der Inhalt

- Einführung
- Die Messung des Entwicklungsprozess
- Der Prozess der Aufwandsschätzung
  - Schätzung durch Analogiesuche
  - Lineare und schrittweise wiederholte Regression
  - Ergebnisse Analogieverfahren
  - Das Tool Angel
  - Ergebnisse Regressionsverfahren
  - Messung der Vorhersagekraft
  - Statistische Signifikanz
- Schlussfolgerung und Ausblick

# Einführung

- Messung durch Analogiesuche
  - Zur Zeit die meist verwendete Methode im klassischen Softwareengineering
- Lässt sich die Erfahrung aus dem klassischen SE übertragen ?
- Zunächst Beschränkung auf den so genannten „Authoring Process“

# Die Messung des Entwicklungsprozesses

## ■ Festlegung der Metriken

- Hyperdokumentengröße: Absolute Zahl der Dokumente einer Web Applikation
- Wieder verwendete Dokumente: Nicht gänzlich neu entwickelt
- Konnektivität: Absolute Zahl der Links, keine dynamisch generierten
- Kompaktheit: in Zahlen von 1-5, gemessene Verbundenheit der Dokumente (5) Alle Dokumente sind untereinander verbunden (1) keines der Dokumente enthält eine Verbindung (nicht absolut sondern als Wahrnehmungswert gemessen)
- Stratum: Maß für die sequentielle Navigation (5) oder keine sequentielle Navigation (1) (nicht absolut sondern als Wahrnehmungswert gemessen)
- Struktur: Art der Verlinkung (siehe Web Eng / Dumke et al.)
- Aufwand: Geschätzte Zeit in Stunden die jeder Entwickler benötigt hat.

# Die Messung des Entwicklungsprozesses

- Durchführen einer Fall Studie
  - Ziel der Applikation „Lehrsystem für Mensch-Maschine Interaktionskonzepte“
  - Theoretische Grundlage „Cognitive Flexibility Theory“
  - Zielsystem mit mindestens 50 Dokumenten
  - 76 Studenten sind Entwickler

# Der Prozess der Aufwandsschätzung

Schätzung durch Analogiesuche && Lineare und schrittweise wiederholte Regression

## ■ Nicht algorithmische Modelle

- Charakterisierung des Projekts durch Variablen
- Finden von ähnlichen bereits abgeschlossenen Projekten
- Mindestens eine größenrelevante Variable  
(HD-Size, Konnektivität, Kompaktheit und Stratum)
- Berechnung durch ANGEL (Software)
- Klassisches SE empfiehlt „1 Analogie“ oder „2 Analogie“ Schätzung
- Qualität des Modells hängt stark von Datenbasis ab.

## ■ algorithmische Modelle

- Aussage über die Wirkung von Vorhersagevariablen auf Antwortvariablen
- In dieser Anwendung ist Aufwand die abhängige Variable
- Unabhängige Variablen sind z.B. die durch Festlegung der Messmetriken eingeführten

# Der Prozess der Aufwandsschätzung

## Ergebnisse Analogieverfahren

- Alle genannten Methoden liefern auf kleineren Datensätzen bessere Ergebnisse
- Inhaltlich verschiedene Projekte unbedingt getrennt betrachten
- Teilen der Entwickler in 4 Gruppen

LEL – G1 (low experience)  
LEL – G2 (low experience)

HEL – G1 (high experience)  
HEL – G2 (high experience)

- Ergebnisse für das Analogiemodell mit Hilfe von ANGEL

PROJECT	Actual Effort	One Analogy	Two Analogies	Three Analogies	Best combination of variables for the closest estimation
PROJ02	10.17	29	28.5	*8.4	Hyperdocument size
PROJ03	34	30	*32	31.67	Hyperdocument size + Reused docs
PROJ05	30	13.5	21.75	*25.83	Hyperdocument size + Reused docs
PROJ06	34	*31	30.5	30.33	Hyperdocument size + Reused docs
PROJ07	13.5	*30	*30	31.33	Hyperdocument size + Reused docs
PROJ08	25.58	29	*25.5	20.17	Hyperdocument size + Reused docs
PROJ14	15.67	29	*17.12	21.42	Hyperdocument size + Reused docs
PROJ15	4.92	*10.17	12.09	11.06	Hyperdocument size + Reused docs
PROJ17	7.75	30	*21.09	24.06	Hyperdocument size + Compactness + Stratum + Reused docs
PROJ18	10.5	22	*9.59	8.03	Hyperdocument size + Reused docs
PROJ19	30	15.05	*21	16.58	Hyperdocument size + Reused docs
PROJ22	28	*26.25	20.12	24.75	Hyperdocument size + Reused docs
PROJ24	26.5	*30	22.75	17.75	Hyperdocument size + Reused docs
PROJ27	9	22	16.09	*8.53	Hyperdocument size
PROJ28	28	22	18.84	*22.22	Hyperdocument size + Reused docs
PROJ30	31	34	*32	26.04	Hyperdocument size + Reused docs
PROJ31	26.25	28	31	*25.33	Hyperdocument size + Reused docs
PROJ34	22	10.5	28.5	*22	Hyperdocument size + Structure
PROJ36	15.5	30	28.25	*21.42	Hyperdocument size + Reused docs
PROJ37	30	*30	32	31.67	Hyperdocument size + Reused docs
PROJ39	29	15.67	23.73	*25.19	Hyperdocument size + Reused docs
PROJ41	14	4.92	7.55	*8.03	Hyperdocument size + Reused docs

\* closest estimation

PROJECT	Actual Effort	One Analogy	Two Analogies	Three Analogies	Best combination of variables for the closest estimation
PROJ23	26.08	126	69.5	56.61	Compactness + Stratum + Reused docs
PROJ24	26	14.75	14.75	17.5	Hyperdocument size + Compactness + Stratum + Reused docs + Structure
PROJ25	21.83	26.08	26.04	29.36	Reused docs
PROJ26	126	36	20.38	29.92	Compactness + Reused docs
PROJ27	39.17	78	78.25	56.5	Hyperdocument size + Compactness + Stratum + Reused docs + Structure
PROJ28	14.75	49	36	33	Hyperdocument size + Compactness + Reused docs
PROJ29	13	26.08	26.04	24.64	Reused docs
PROJ30	14.75	26.08	26.04	24.64	Reused docs
PROJ31	10.08	26.08	26.04	24.64	Reused docs
PROJ32	49	78.5	46.62	73.08	Hyperdocument size + Compactness + Stratum + Reused docs + Structure
PROJ33	30.83	49	87.5	67.33	Hyperdocument size + Stratum + Reused docs
PROJ34	78.5	49	87.5	67.33	Hyperdocument size + Compactness + Stratum + Reused docs + Structure
PROJ35	78	39.17	44.08	55.56	Hyperdocument size + Stratum + Reused docs
PROJ36	49	14.75	18.88	22.86	Hyperdocument size + Compactness + Reused docs
PROJ37	22.33	26.08	26.04	24.64	Reused docs
PROJ38	27	126	102.25	76.83	Connectivity
PROJ39	23	49	63.75	51.17	Structure

\* closest estimation

PROJECT	Actual Effort	One Analogy	Two Analogies	Three Analogies	Best combination of variables for the closest estimation
PROJ01	51	*44	78	64.17	Connectivity + Stratum
PROJ04	42	*42	40.75	69.06	Connectivity + Stratum
PROJ09	137	*84	46.5	61.67	Connectivity + Stratum
PROJ10	92	51	46.5	*91.06	Connectivity + Stratum
PROJ11	84	42	51.25	*94	Connectivity + Stratum
PROJ12	37.5	60.5	46.5	*45.83	Connectivity + Stratum
PROJ13	52.17	*51	46.5	81.67	Compactness
PROJ16	111	44	*47.5	46.06	Structure
PROJ20	42	84	72.25	*48.83	Connectivity + Compactness
PROJ21	53	137	114.5	*104.33	Connectivity + Stratum
PROJ23	46	*36.5	86.25	61	Compactness
PROJ25	44	111	*81.5	91.33	Connectivity + Compactness + Stratum
PROJ26	36.75	46	*41.25	58.58	Compactness
PROJ29	115	*36.75	35.62	32.5	Hyperdocument size + Connectivity + Stratum
PROJ31	60.5	37.5	31.38	*38.17	Connectivity + Stratum
PROJ32	36.5	46	*31.5	64.17	Hyperdocument size + Connectivity
PROJ35	112	*111	113	87.5	Reused docs
PROJ38	34.5	*35	40.5	39	Hyperdocument size + Connectivity + Compactness
PROJ40	35	112	*46.5	68.33	Compactness

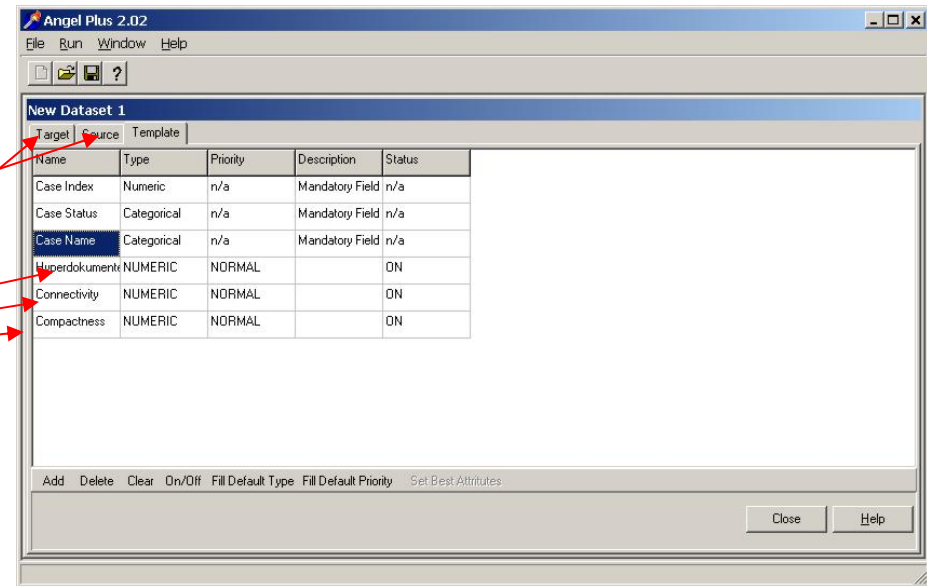
\* closest estimation

PROJECT	Actual Effort	One Analogy	Two Analogies	Three Analogies	Best combination of variables for the closest estimation
PROJ01	51	*44	78	64.17	Connectivity + stratum
PROJ04	42	*42	40.75	69.06	Connectivity + stratum
PROJ09	137	*84	46.5	61.67	Connectivity + stratum
PROJ10	92	51	46.5	*91.06	Connectivity + stratum
PROJ11	84	42	51.25	*94	Connectivity + stratum
PROJ12	37.5	60.5	46.5	*45.83	Connectivity + stratum
PROJ13	52.17	*51	46.5	81.67	Compactness
PROJ16	111	44	*47.5	46.06	Structure
PROJ20	42	84	72.25	*48.83	Connectivity + Compactness + Stratum
PROJ21	53	137	114.5	*104.33	Connectivity + stratum
PROJ23	46	*36.5	86.25	61	Compactness
PROJ25	44	111	*81.5	91.33	Connectivity + Compactness + Stratum
PROJ26	36.75	46	*41.25	58.58	Compactness
PROJ29	115	*36.75	35.62	32.5	Hyperdocument size + Connectivity + stratum
PROJ31	60.5	37.5	31.38	*38.17	Connectivity + stratum
PROJ32	36.5	46	*31.5	64.17	Hyperdocument size + Connectivity
PROJ35	112	*111	113	87.5	Reused docs
PROJ38	34.5	*35	40.5	39	Hyperdocument size + Connectivity + Compactness
PROJ40	35	112	*46.5	68.33	Compactness

\* closest estimation

# Der Prozess der Aufwandsschätzung Das Tool Angel

- ANaloGy SoftwarE Tool
- Datenbasis
- Attribute
- Ziel Fälle



Download unter [http://dec.bournemouth.ac.uk/ESERG/ANGEL/ANGELPlus2\\_02.zip](http://dec.bournemouth.ac.uk/ESERG/ANGEL/ANGELPlus2_02.zip) !!!

# Der Prozess der Aufwandsschätzung

Ergebnisse Analogieverfahren

Lineare Regression  
Schrittweise wiederholte Regression

Formula used to obtain the Predicted Effort		
Datasets	Linear Regression	Stepwise Multiple Regression
LEL-G1	Hyperdocument size*0.37	Hyperdocument size*0.50
LEL-G2	Reused documents*0.56	Hyperdocument size*0.50 + Reused documents*0.53
HEL-G1	Hyperdocument size*0.62 + Compactness*0.58	Compactness*0.54
HEL-G2	Hyperdocument size*0.57 + Reused documents*0.53	Hyperdocument size*0.52 + Reused documents*0.60

# Der Prozess der Aufwandsschätzung

Messung der Vorhersagekraft

- Zwei Test Metriken
  - MMRE (Mean Magnitude of Relative Error) / Jedes einzelne Attribut wird gemessen
  - MdMRE (Median Magnitude of Relative Error) / Messung der Tendenz
- Aussagekraft der Messmodelle werden geprüft
- Beide Modelle benötigen Konzept des MRE (Mean Relative Error)

$$\text{MRE} = 100 \times | (E_{\text{act}} - E_{\text{pred}}) / E_{\text{act}} |$$

$E_{\text{act}}$  = Gemessener Aufwand

$E_{\text{pred}}$  = Geschätzter Aufwand

Groups	Estimation by Analogy		Linear Regression		Stepwise Regression	
	MMRE (%)	MdMRE (%)	MMRE (%)	MdMRE (%)	MMRE (%)	MdMRE (%)
LEL-G1	29.15	11.20	49.19	45.74	50.83	36.39
LEL-G2	28.00	16.26	99.32	100	55.83	65.12
HEL-G1	23.34	18.21	64.30	45.07	92.50	93.04
HEL-G2	19.76	11.51	45.89	54.95	43.80	43.62

**Fazit:** Schrittweise wiederholte Regression nicht immer besser als lineare Regression und klare Dominanz des Analogieverfahrens

# Der Prozess der Aufwandsschätzung

Statistische Signifikanz

- Die Messungen zur Signifikanz, prüfen, ob die Werte aus gleichen Messreihen zu signifikant unterschiedlichen Berechnungsergebnissen der Verfahren führen oder nicht
- Angewendete Signifikanztests „T-Test“ und „Mann-Whitney U Test“

Datasets	T-test		Mann-Whitney U Test	
	Methods Compared	Statistically Significant?	Methods Compared	Statistically Significant?
LEL-G1	LR x SR	No	LR x SR	No
	LR x EA	No	LR x EA	Yes, at 1%
	SR x EA	No	SR x EA	Yes, at 5%
LEL-G2	LR x SR	Yes, at 1%	LR x SR	Yes, at 1%
	LR x EA	Yes, at 1%	LR x EA	Yes, at 1%
	SR x EA	Yes, at 1%	SR x EA	Yes, at 1%
HEL-G1	LR x SR	No	LR x SR	No
	LR x EA	Yes, at 5%	LR x EA	Yes, at 1%
	SR x EA	Yes, at 5%	SR x EA	Yes, at 1%
HEL-G2	LR x SR	No	LR x SR	No
	LR x EA	Yes, at 1%	LR x EA	Yes, at 1%
	SR x EA	Yes, at 1%	SR x EA	Yes, at 1%

Der T-Test zeigt keine signifikante Abweichung zwischen den alg. und nicht-alg. Modellen. Die Messung der Vorhersagekraft bescheinigt der „Schätzung durch Analogie“ durchweg hohe Güte !!!

# Schlussfolgerung und Ausblick

- Schätzung durch Analogie ist das beste Verfahren
- Hängt aber stark vom Vorhandensein historischer Daten ab.
- Erweiterung auf dem gesamten Webentwicklungsprozess erforderlich
- Test gegenüber menschlicher Schätzung erforderlich
- Hohe Relevanz in punkto Kostenersparnis und Zeitersparnis

Vielen Dank für die  
Aufmerksamkeit

