

Dynamic File Bundling for Large-scale Content Distribution

Song Zhang
Niklas Carlsson
Derek Eager
Zongpeng Li
Anirban Mahanti

University of Calgary
Linköping University
University of Saskatchewan
University of Calgary
NICTA



October 26, 2012

Motivation



- Use of Internet for content delivery is massive ...
- Content delivery can consume significant resources
 - How to make scalable and efficient?
- Consider content provider wanting to server catalogue of many contents



Motivation



Just det att kiale
får marken själ
dugarna med sig
den paltbröden
Det finns en lada
Och det finns en
som blanda riktat
u mäsom

EKEN
ENINU
OBJET

MÖBELDESIGN

words
SQUIS AHAT DEEAT!!
Por jaginte p

godford's daughter

DP x KN x
P x PN Avez-vous
P x

männi sko ej
fter vad hon
en vad hon

- Rätt teori och r
- Åtalsrätt
- Offentlig rätt
- Åtalsrätt, skade

OnLiU
www.liu.se

LINKÖPINGS UNIVERSITET



Motivation



- Not all videos will reach the same popularity and have the same impact

Motivation



- Not all videos will reach the same popularity and have the same impact

Just det att hiale
får mariken själ
dugarna med sig
den paltbröden
Det finns en lada
Och det finns en
som blanda riktat
u mäsom

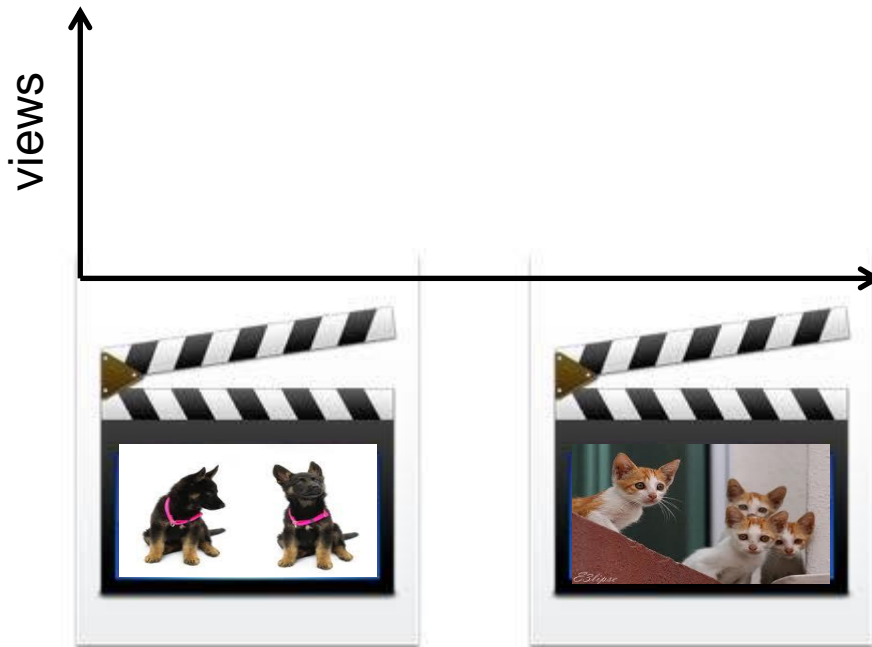
EKEN
ENINU
OBJET

MÖBELDESIGN
WARDS
SQUIS AKAT DÉBATE!!
Por jaginte p
doford's daughter
Åvez-vous
- Kell teor och r
- Atecrätt
- Offentlig rätt
- Atecrätt, skade
Onli
www.liu.se



LINKÖPINGS UNIVERSITET

Motivation



- Not all videos will reach the same popularity and have the same impact

Just det att hiale
får marken själ
dugarna med sig
den paltbrödem
Det finns en lada
Och det finns m
som blanda riefat
w masonu

ECKEN
ENINU
OBJET

MÖBELDESIGN
WARDS
SQUIS AKAT DÉCAF!!
Por jaginte p

odford's daughter
BY x K N F x
V x N Avez-vous
P x

minni sko ej
fter vad hon
er vad hon

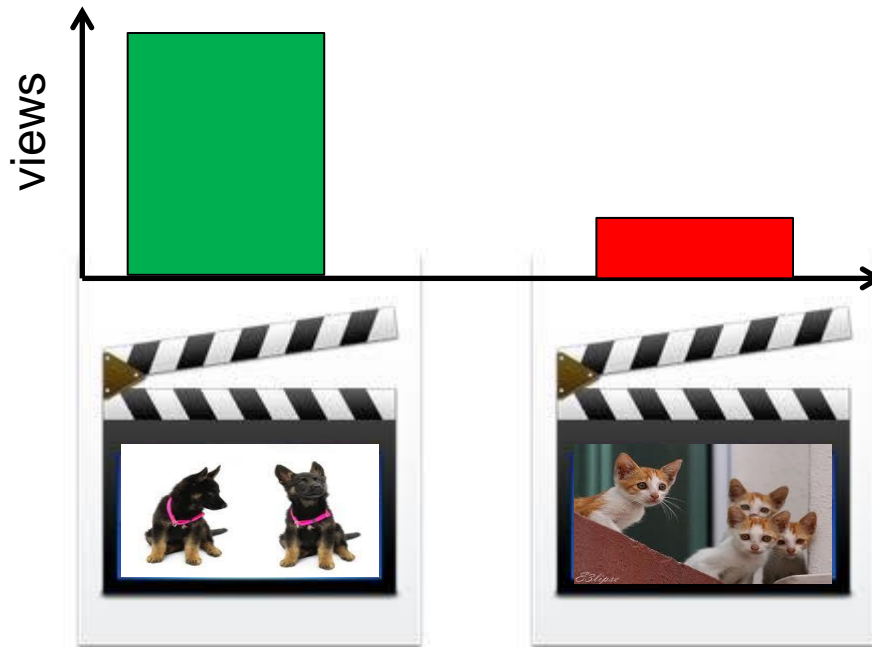
- Rätt teori och r
- Åttalrätt
- Offentlig rätt
- Åttalrätt, skade

OnLiU
www.liu.se

LINKÖPINGS UNIVERSITET



Motivation



- Not all videos will reach the same popularity and have the same impact

Just det att hiale
får marken själ
dugarna med sig
den paltbröden
Det finns en lada
Och det finns m
som blanda riefat
w masonu

ECKEN
ENINU
O3Ubet

MÖBELDESIGN
WARDS
SQUIS AKAT DEEAT!!
Por jaginte p

odford's daughter

minni sko ej
fter vad hon
er vad hon

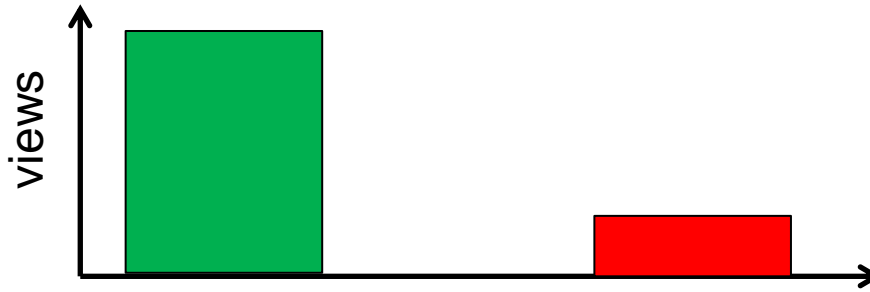
- Rätt teori och r
- Åttal rätt
- Offentlig rätt
- Åttal rätt, skade

OnLiU
www.liu.se

LINKÖPINGS UNIVERSITET



Motivation



Just det att hiale
får marken själ
dugarna med sig
den paltbröden
Det finns en lada
Och det finns m
som blanda riefat
w masonu

ECKEN
ENINU
OBJET

MÖBELDESIGN

words
SQUIS AHAT DÉBÉAT!!
Por jucinte p

godford's daughter

DP x KN P x
P x P x Auez -vovs
P x

männi sko ej
fter vad hon
en vad hon

- Rätt teori och r
- Åttal rätt
- Offentlig rätt
- Åttal rätt, skade

OnLiU
www.liu.se

LINKÖPINGS UNIVERSITET



Just det att hiale
får marken själ
dugarna med sig
den paltbröden
Det finns en lada
Och det finns m
som blanda riefat
w masonu

ECKEN
ENINU
OBJET

MÖBELDESIGN

ward's
SQUIS AKAT DÉBÉAT!!
Por jaginte p

odford's daughter

BY x K N P x
P x P N Avez - vous
P x

männi sko ej
fter vad hon
en vad hon

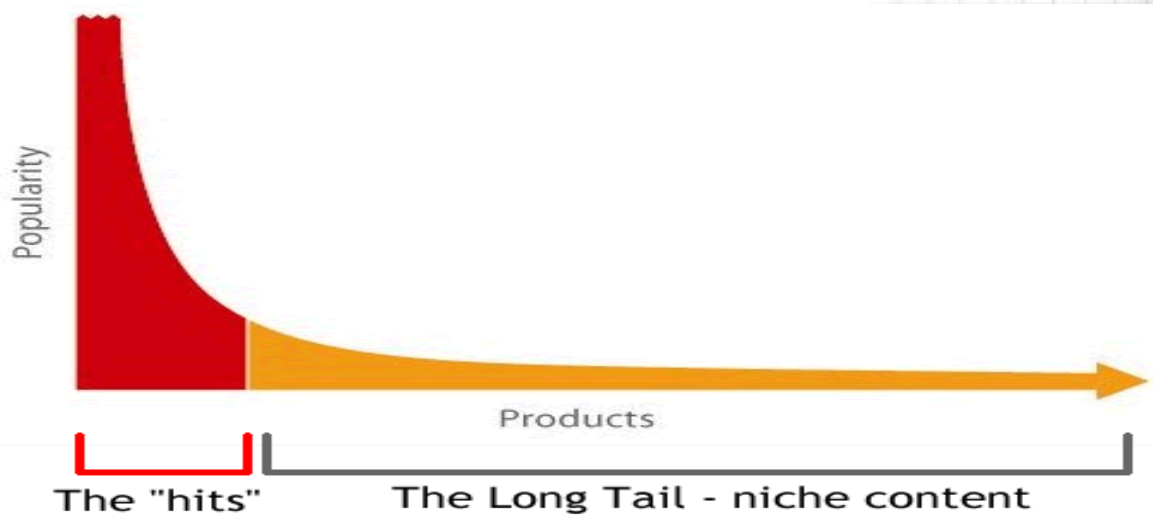
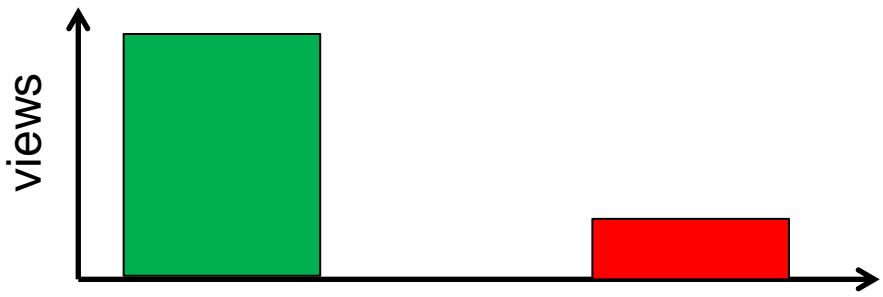
- Rätt teori och va
- Åttal rätt
- Offentlig rätt
- Åttal rätt, skade

OnLiU
www.liu.se

92: g
B
LINKÖPINGS UNIVERSITET

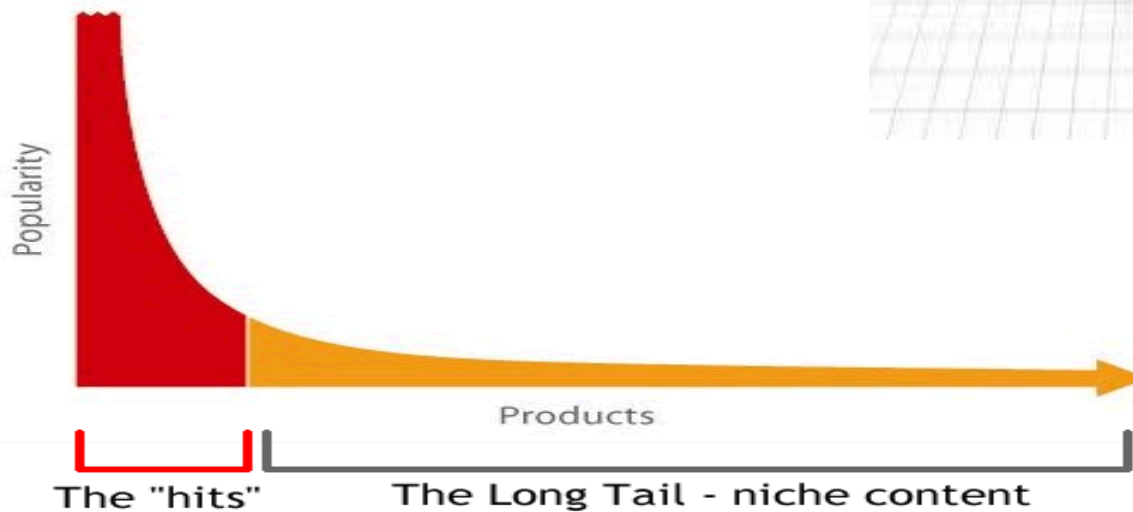


Motivation



Motivation

- Cost-efficient solution must scale with regards to both:
 - Request rate
 - Number of available contents



Just det att kiale
får mariken själ
dugarna med sig
den paltbrödem
Det finns en lada
Och det finns m
som blanda riefat
u masonu

EKEN
ENINU
OBJET

MÖBELDESIGN

words
SQUIS AKAT DEBEAT!!
Por jaginte p

modford's daughter

DP x KN x
P x P x
P x

männi sko ej
fter vad hon
en vad hon

- Rätt teori och r
- Attärrätt
- Offentlig rätt
- Attalrätt, skade

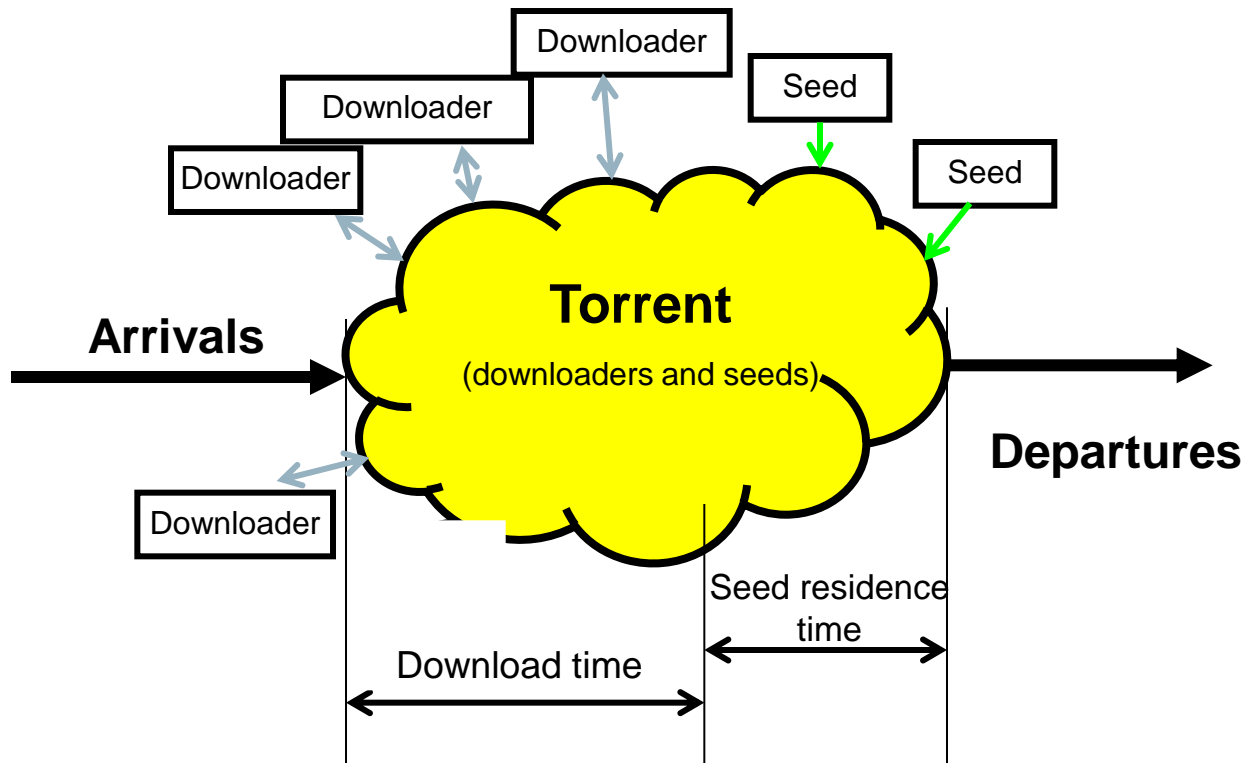
OnLiU
www.liu.se

92: g
B
LINKÖPINGS UNIVERSITET



Background: BitTorrent

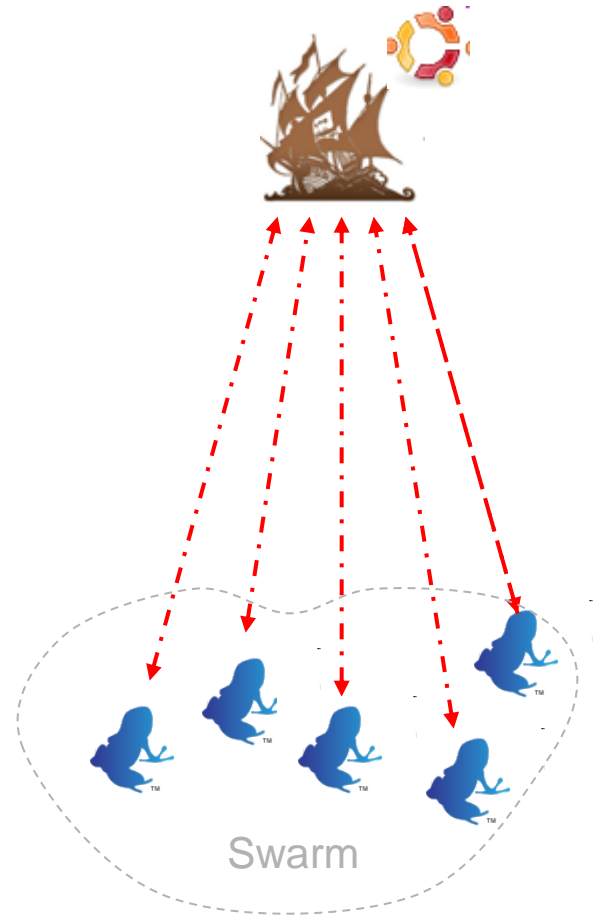
Single file download

- File split into many smaller chunks
- Downloaded from both seeds and downloaders
- Distribution paths are dynamically determined
 - Based on data availability



Background: BitTorrent

- Torrent file 
 - "announce-list" URLs
- Trackers 
 - Register torrent file
 - Maintain state information
- Peers
 - Obtain torrent file
 - Announce
 - Report status
 - Peer exchange (PEX)



Just det att kiale
får marken själ
dugarna med sig
den paltbröden
det finns en lada
och det finns en
som blanda riktat
u masonu

EKEN
ENINU
O3UBet

MÖBELDESIGN

wards
SQUIS AHAT DÉBÉAT!!
Por jaginte p

odford's daughter

Åvez-vous

männi sko ej
föter vad hon
en vad hon





- Rätt teori och r
- Attalcrätt
- Offentlig rätt
- Attalcrätt, skade

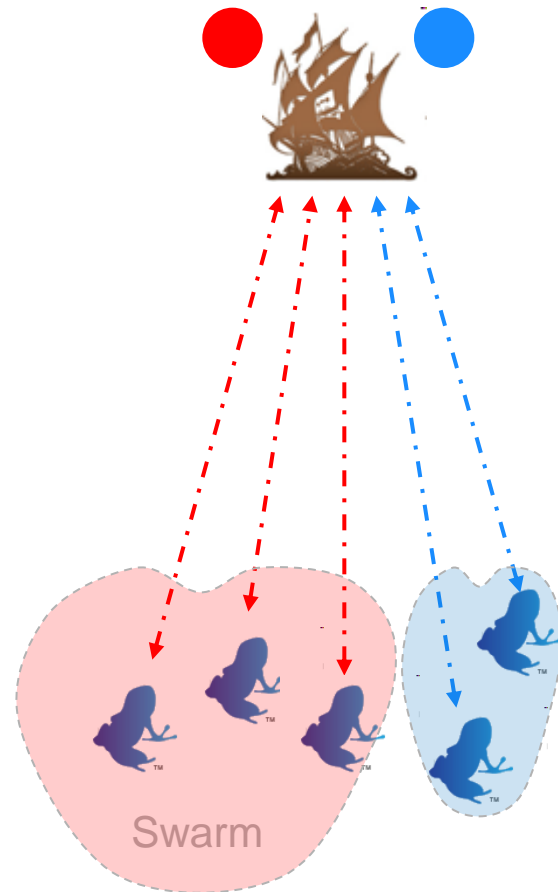
OnLiU
www.liu.se

LINKÖPINGS UNIVERSITET



Background: BitTorrent

- Torrent file   
 - "announce-list" URLs
- Trackers 
 - Register torrent file
 - Maintain state information
- Peers
 - Obtain torrent file
 - Announce
 - Report status
 - Peer exchange (PEX)



Just det att kiale
får marcken själ
dugarna med sig
den paltbrödem
det finns en lada
och det finns en
som blanda riefat
u masonu

EKEN
ENINU
OZUBET

MÖBELDESIGN

ward's
SQUIS AKAT DÉBÉAT!!
Por jaginte p

odford's daughter

BY x KN F x
V x BN Avez-vous
F x

minni sko ej
fter vad hon
en vad hon

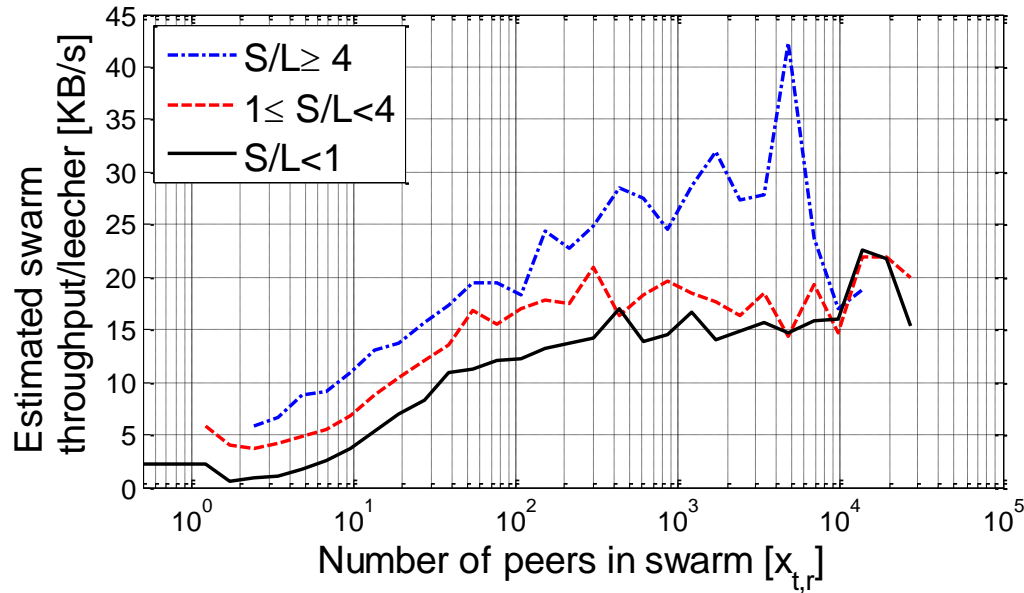
- Rell teor och ra
- Aftä crätt
- Offentlig rätt
- Aftalcrätt, skade

OnLiU
www.liu.se

92: g
B r
LINKÖPINGS UNIVERSITET



Example 1: Download rate in BitTorrent

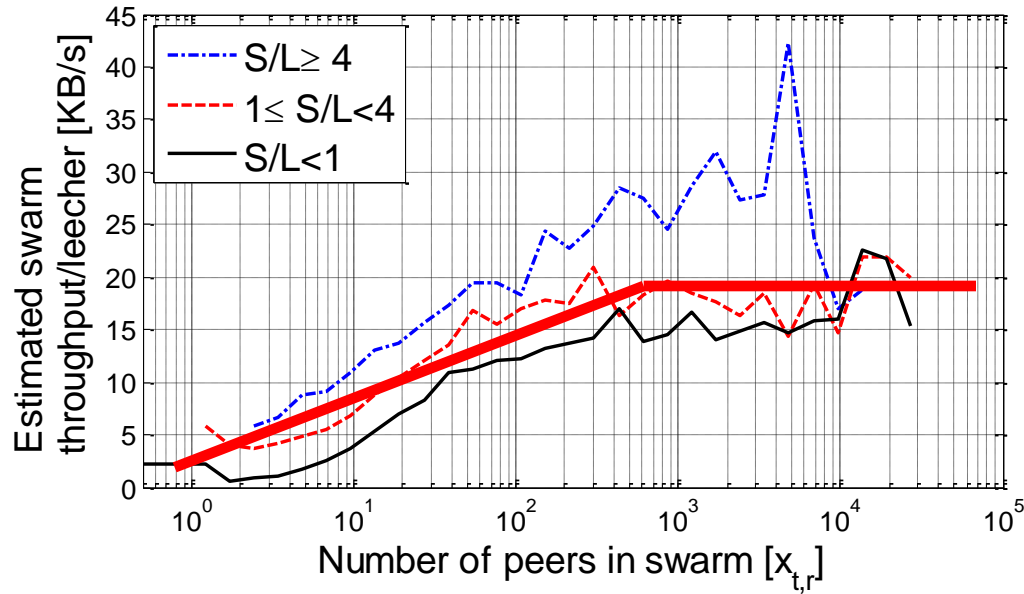


■ Download rate

Analysis and results presented in IPTPS 2009 and IEEE/ACM ToN



Example 1: Download rate in BitTorrent

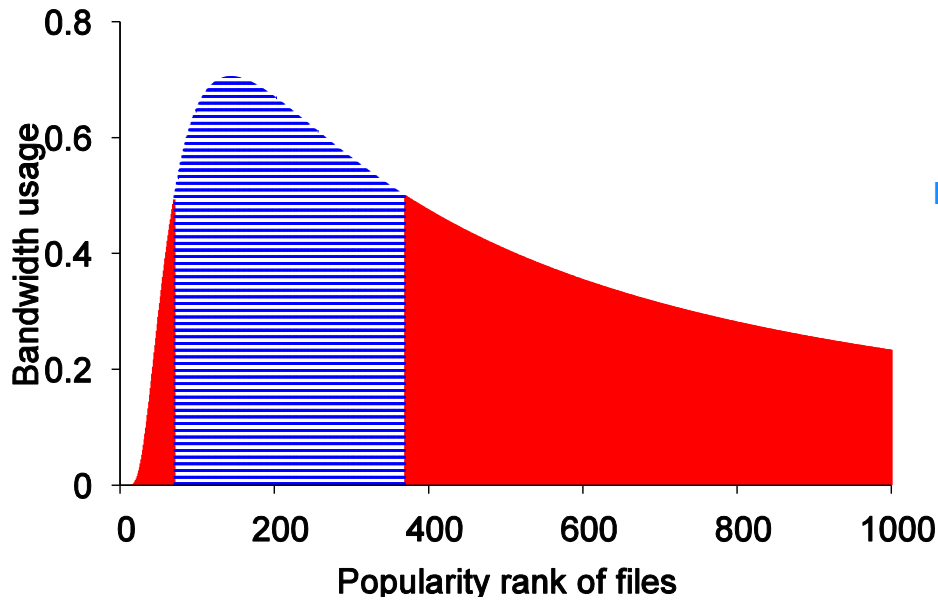


■ Download rate

Analysis and results presented in IPTPS 2009 and IEEE/ACM ToN

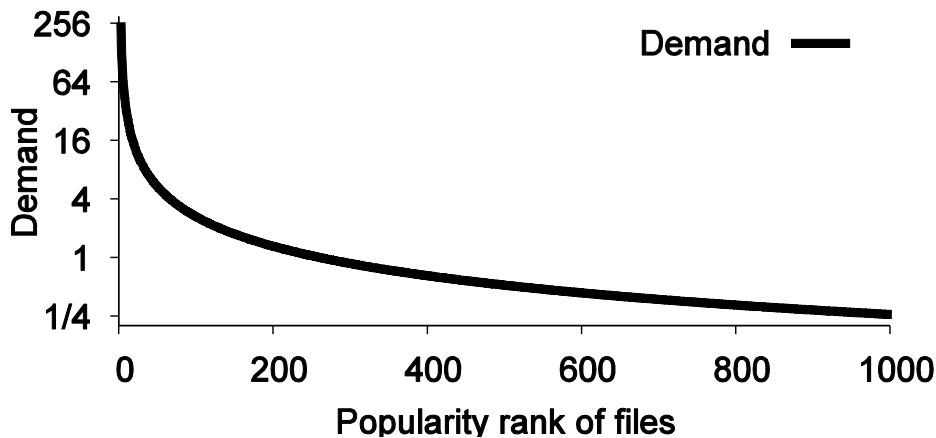


Example 2: Peer-assisted system with service guarantees



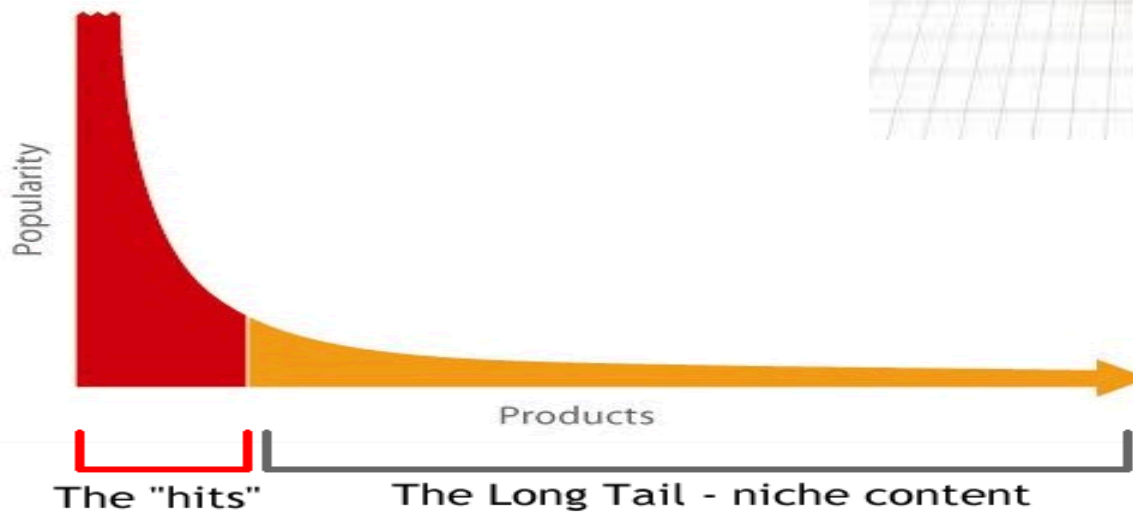
■ Server b/w usage

Analysis and results presented in IEEE P2P 2012



Motivation

- Cost-efficient solution must scale with regards to both:
 - Request rate
 - Number of available contents



Just det att kiale
får marcken själ
dugarna med sig
den paltbröden
Det finns en lada
Och det finns en
som blanda riktat
u mäsom

EKEN
ENINU
OZUBET

MÖBELDESIGN

words
SQUIS AKAT DEBEAT!!
Por jaginte p

godford's daughter

DP x KN x
P x PN Avez-vous
P x

männi sko ej
fter vad hon
en vad hon

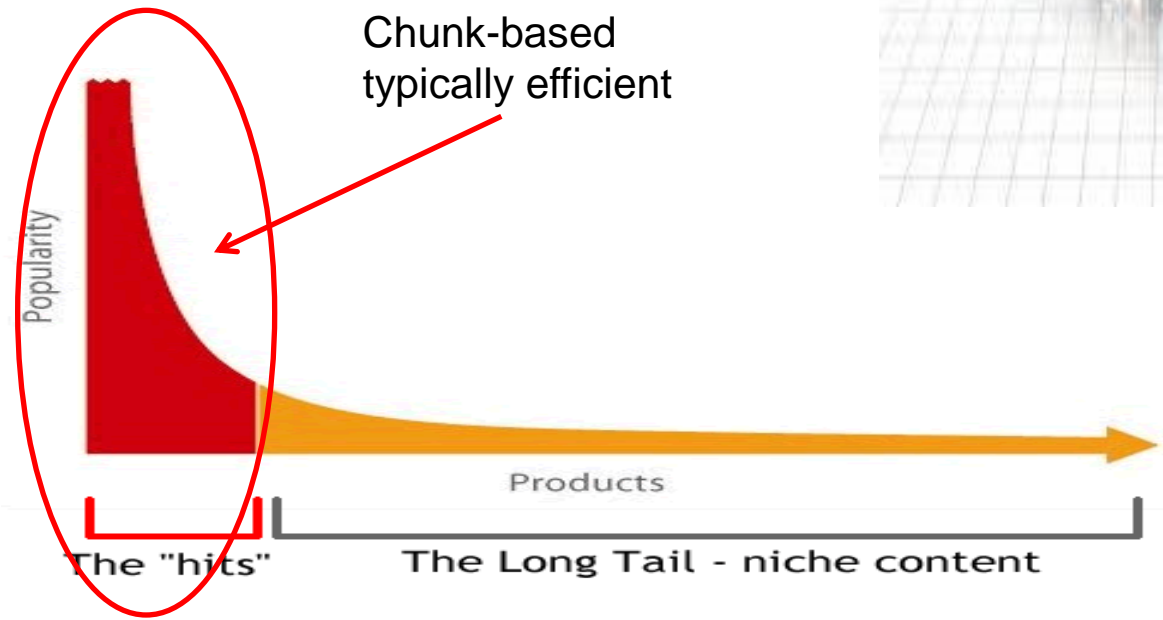
- Rätt teori och r
- Attärrätt
- Offentlig rätt
- Attalrätt, skade

OnLiU
www.liu.se

92: g
B
LINKÖPINGS UNIVERSITET

Motivation

- Cost-efficient solution must scale with regards to both:
 - Request rate
 - Number of available contents



Just det att hiale
får marcken själ
dugarna med sig
den paltbröden
Det finns en lada
Och det finns m
som blanda riefat
u mäsom

EKEN

ENINU

OBJET

MÖBELDESIGN

words

QUIS AKAT DEBAT!!

Por jag inte p

odford's daughter

DP x KN P x

AVez -vous

DP x

männi sko ej
fter vad hon
er vad hon

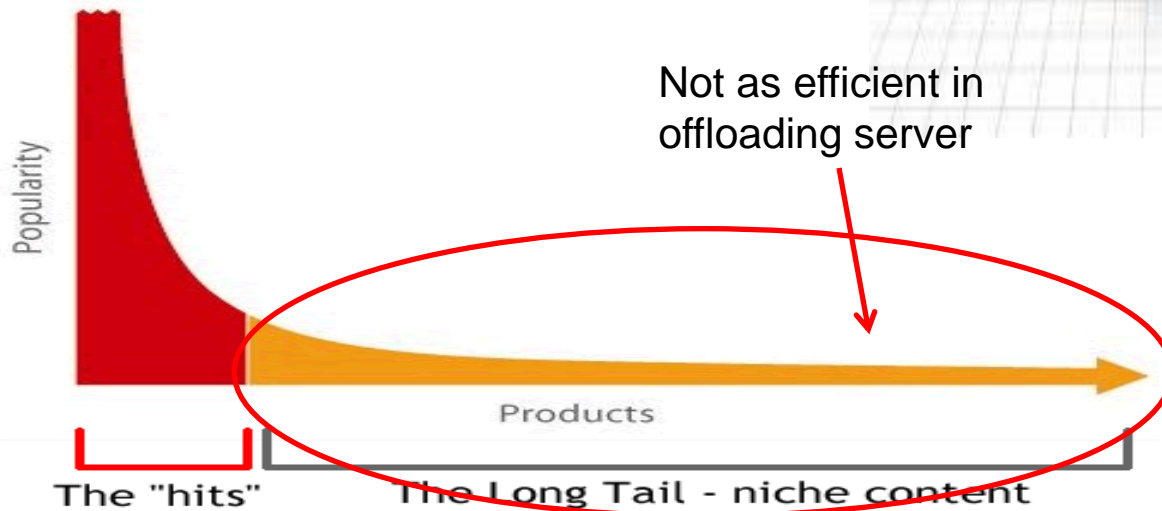
- Rätt teori och r
- Affär rätt
- Offentlig rätt
- Atal rätt, skade

OnLi
www.liu.se

92: g
B
LINKÖPINGS UNIVERSITET

Motivation

- Cost-efficient solution must scale with regards to both:
 - Request rate
 - Number of available contents

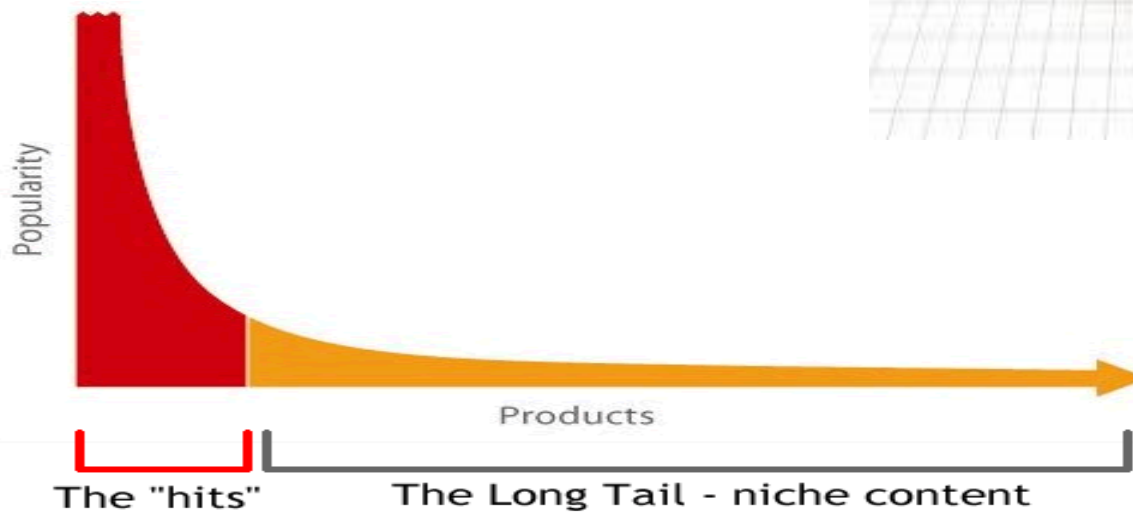


Just det att hiale
får marcken sjä
dugarna med s
den paltbröden
Det finns en lada
Och det finns m
som blanda r
EKEN
ENINU
OZUBet
MÖBELDESIGN
wards
SQUIS AKAT DEBEAT!!
Por jag inte p
Mortford's daughter
männi sko ej
fter vad hon
en vad hon
- Rätt teori och r
- Attalcrätt
- Offentlig rätt
- Attalcrätt, skade
OnLiU
www.liu.se
92: g
LINKÖPINGS UNIVERSITET



Motivation

- Cost-efficient solution must scale with regards to both:
 - Request rate
 - Number of available contents



Just det att hiale
får marcken sjä
dugarna med s
den paltbröden
Det finns en lada
Och det finns m
som blanda r
EKEN
ENINU
OBJET
MÖBELDESIGN
wards
SQUIS AKAT DEBEAT!!
Por jag inte p
Mortford's daughter
männi ska ej
fter vad hon
en vad hon
- Rätt teori och r
- Attalcrätt
- Offentlig rätt
- Attalcrätt, skade
OnLiU
www.liu.se
92: g
LINKÖPINGS UNIVERSITET



Bundling (or torrent inflation)

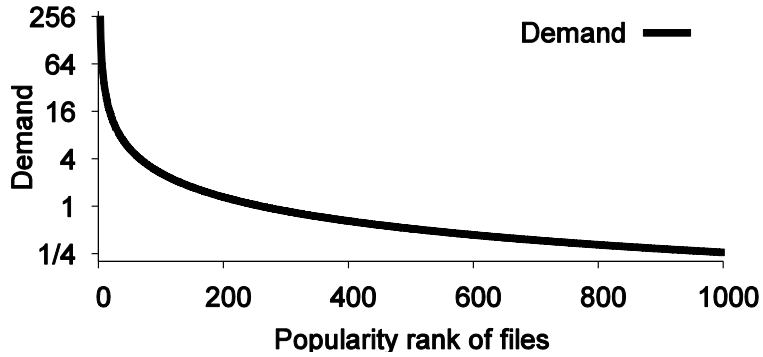
Using some of the available upload bandwidth from **currently downloading peers** to “inflate” torrents for files that would otherwise require substantial server b/w

How to pick which files to bundle/inflate?

- Static bundling
 - Bundle at content creation
- Dynamic bundling
 - Adapt which files to bundle based on current popularities and conditions



Dynamic bundling policies



Just det att kiale
fär marcken själ
dugarna med sif
den paltbrödem
det frunc on lada
och det frunc m
som blanta riefat
w masonu

EKEN
ENINU
OZUBET

MÖBELDESIGN

wards
SQUIS AKAT DÉBAT!!
Por juginte p

odford's daughter

DP x K N P x
P x P N Avez-vous
P x

männi sko ej
fter vad hon
en vad hon

- Rätt teori och rät
- Arter rätt
- Offentlig rätt
- Arter rätt, skade

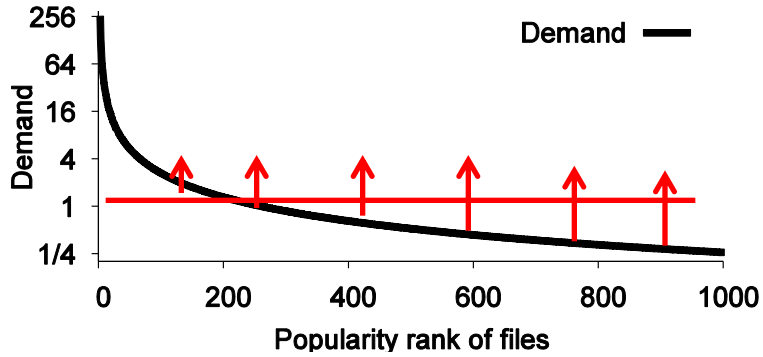
OnLiU
www.liu.se

92: g
B. ldu

LINKÖPINGS UNIVERSITET



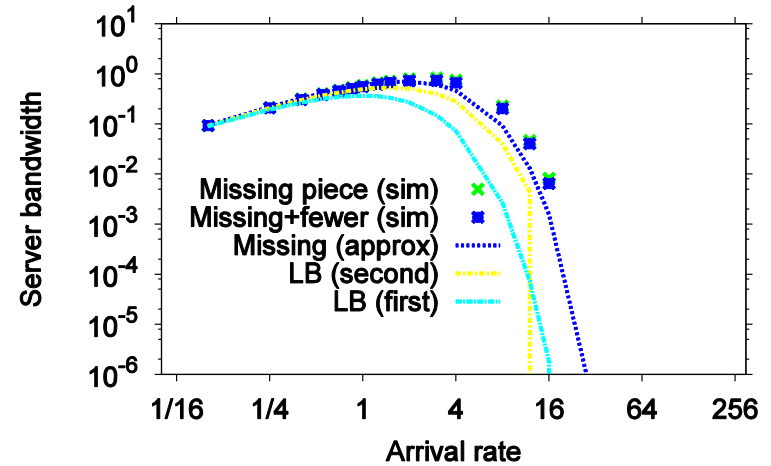
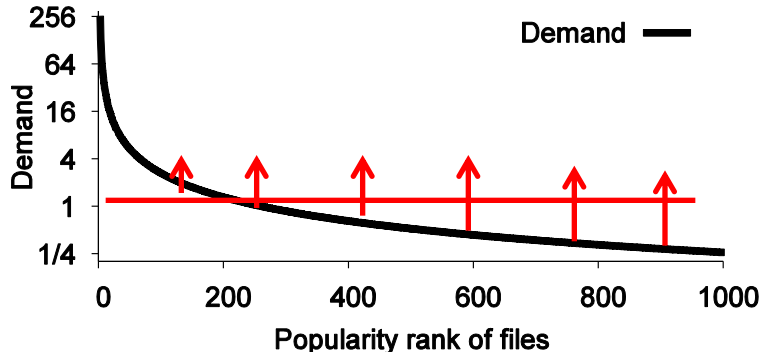
Dynamic bundling policies



Just det att kiale
fär marcken själ
dugarna med sig
den paltbrödem
det frunc en lada
Och det frunc m
som blanta riefat
w masonu

EKEN
ENINU
O3Ubet
MÖBELDESIGN
wards
SQUIS AKAT DÉBÉAT!!
Por juginte p
odford's daughter
BY x KN x
V x N Avez-vous
P x
männi sko ej
fter vad hon
en vad hon
- Rätt teori och r
- Affär rätt
- Offentlig rätt
- Aftal rätt, skade
OnLiU
www.liu.se
92
LINKÖPINGS UNIVERSITET
LINKÖPINGS UNIVERSITET

Dynamic bundling policies

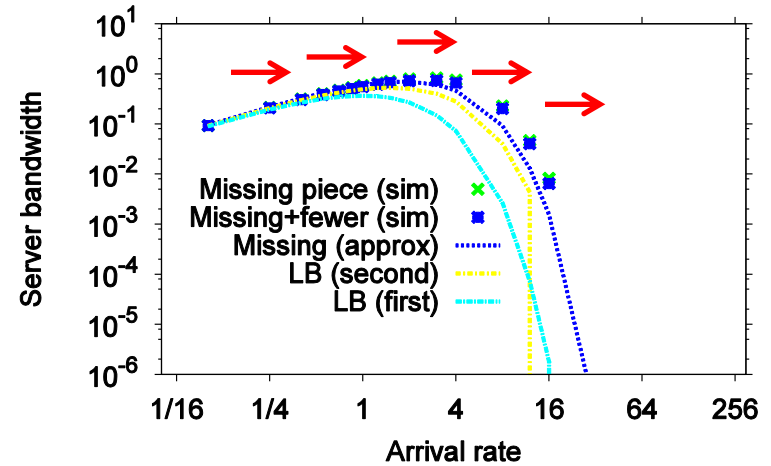
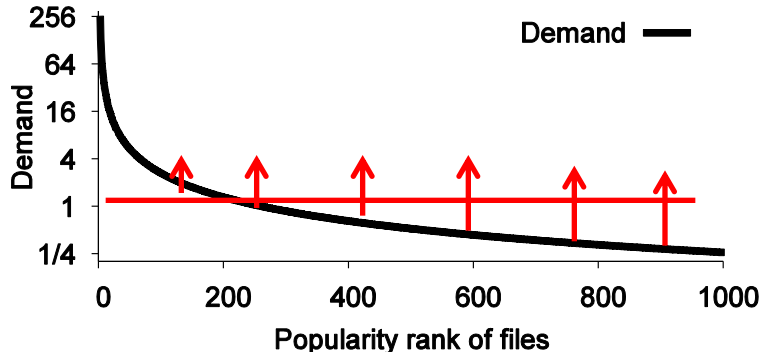


Just det att hiale
får marcken sjä
dugarna med sig
den paltbröden
det finns en lada
och det finns m
som blanda riefat
w masonu

EKEN
ENINU
O3UBet
MÖBELDESIGN
wards
SQUIS AKAT DÉBAT!!
Por jaginte p
odford's daughter
BY x KN x
V x N Avez-vous
P x
minni sko ej
fter vad hon
er vad hon
- Rätt teori och r
- Attalcrätt
- Offentlig rätt
- Attalcrätt, skade
OnLiU
www.liu.se
92: g
LINKÖPINGS UNIVERSITET



Dynamic bundling policies

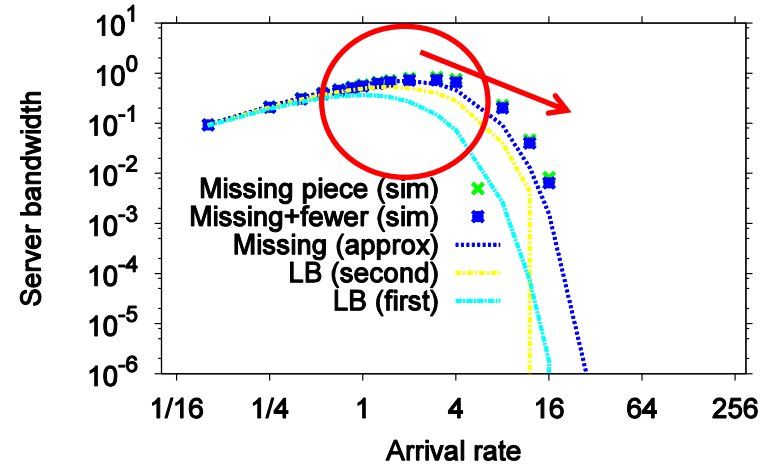
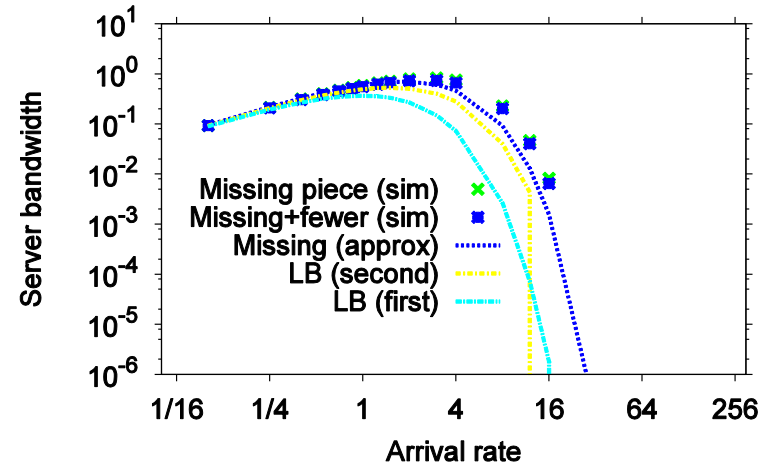
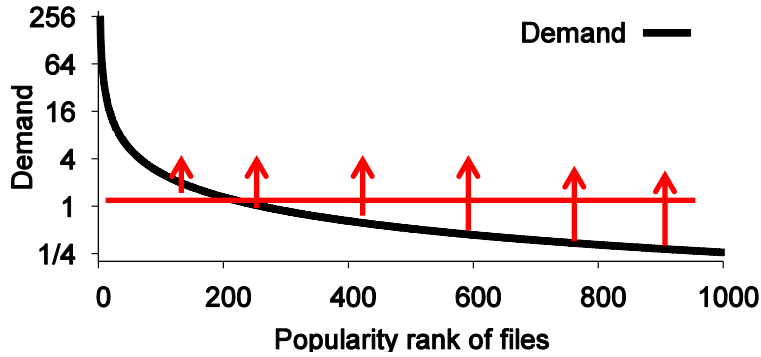


Just det att hiale
fär marcken sjä
dugarna med sif
den paltbröden
det finns en lada
och det finns m
som blanda riefat
u masonu

EKEN
ENINU
OBJET
MÖBELDESIGN
wards
SQUIS AKAT DÉBAT!!
Por juginte p
odford's daughter
BY x KN x
V x N Avez-vous
P x
minni sko ej
fter vad hon
er vad hon
- Rätt teori och r
- Attärrätt
- Offentlig rätt
- Attalrätt, skade
OnLiU
www.liu.se
92: g
LINKÖPINGS UNIVERSITET



Dynamic bundling policies



Just det att hiale
får marken själ
dugarna med sig
den paltbrödem
det finns en lada
Och det finns m
som blanda riefat
w masonu

ECKEN

ENINU

O3Jbet

MÖBELEDIGN

wards

SQUIS AKAT DÉBAT!!

Por jaginte p

odford's daughter

Åvez-vous

minni sko ej
fter vad hon
er vad hon

- Rätt teori och r
- Affär rätt
- Offentlig rätt
- Aftal rätt, skade

OnLiU
www.liu.se

92: g
B. ldu

LINKÖPINGS UNIVERSITET

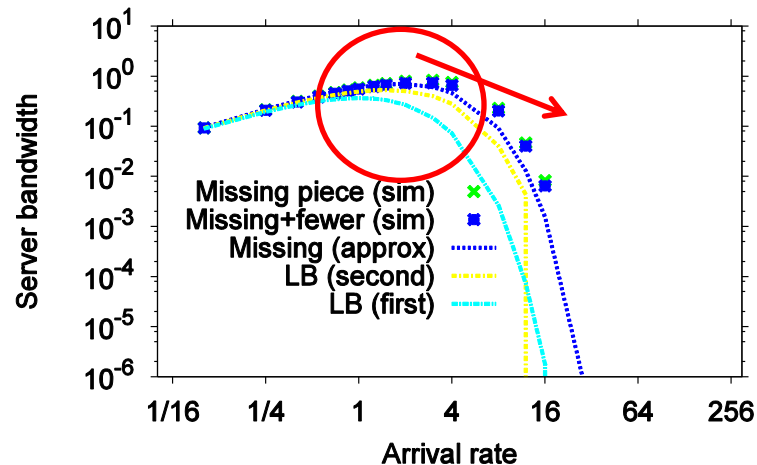
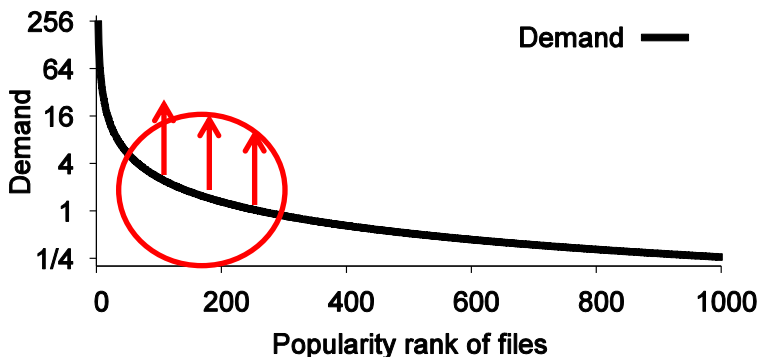
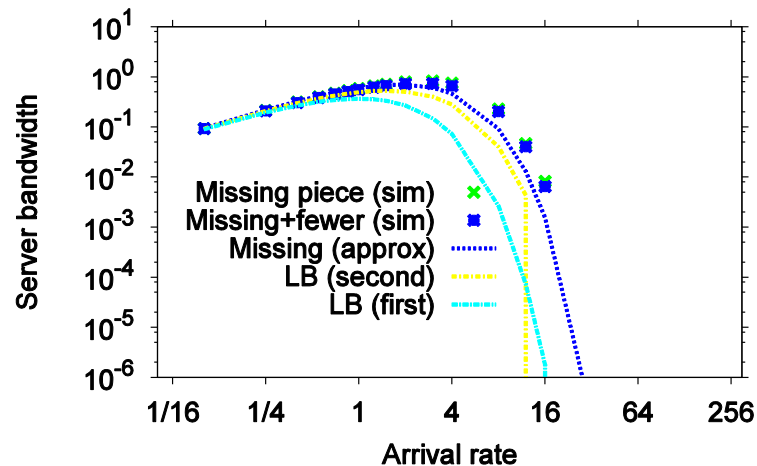
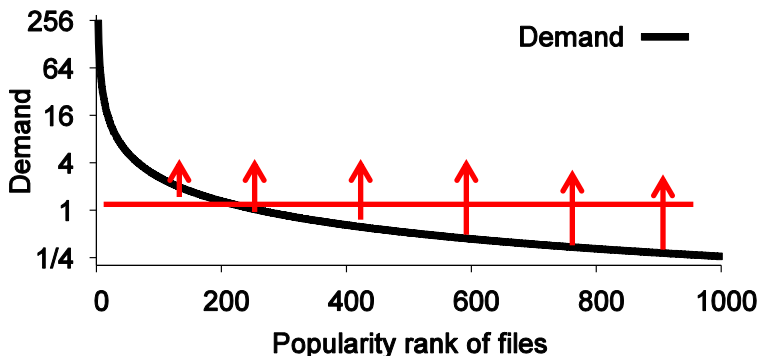
LINKÖPINGS UNIVERSITET

ote r
liva sam

4 =



Dynamic bundling policies



Just det att hiale
får marken själ
dugarna med sig
den paltbröden
det finns en lada
Och det finns en
som blanda riefat
w masonu

ECKEN

ENINU

O3UBet

MÖBELEDIGN

wards

SQUIS AKAT DEBAT!!

Por jaginte p

odford's daughter

AY x K N F x

AY x

Avez-vous

minni sko ej
fter vad hon
er vad hon

- Rell teor och ra
- AHA crätt
- Offentlig rätt
- Atalcrätt, skade

OnLiU
www.liu.se

92: g
B. Linköping
LINKÖPINGS UNIVERSITET

LINKÖPINGS UNIVERSITET

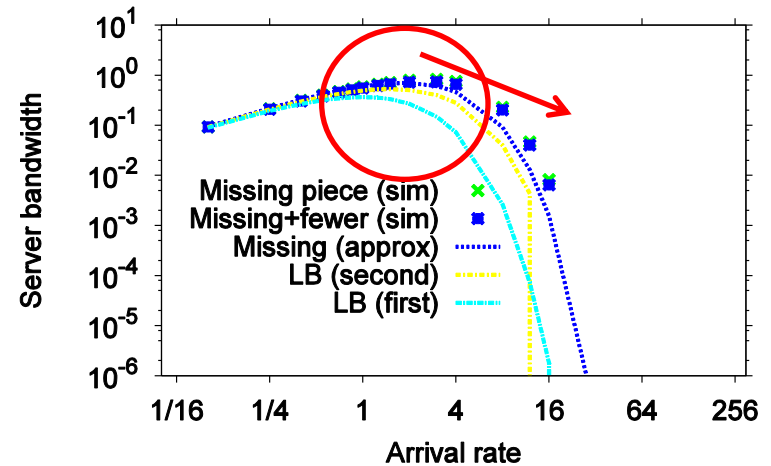
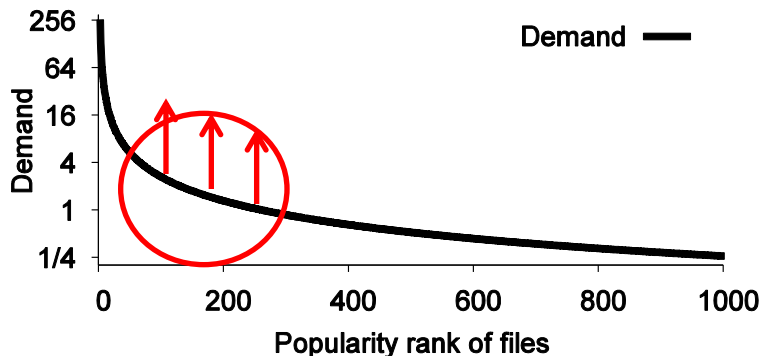
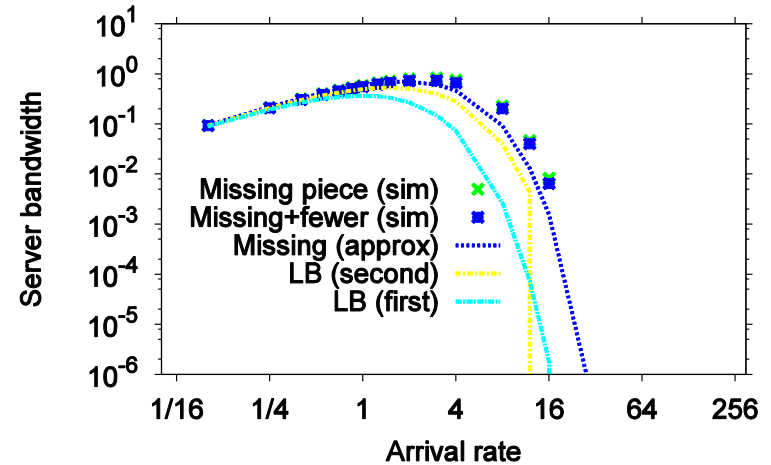
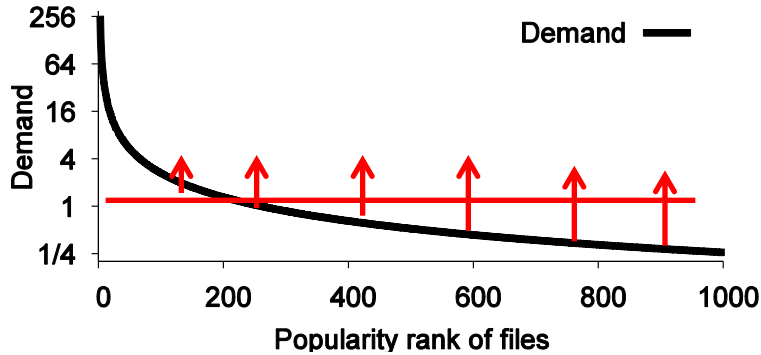
At 6

oteric
ulliv sam

4 =



Dynamic bundling policies



Inflate lukewarm files (e.g, IEEE P2P 2012; Networking 2010)

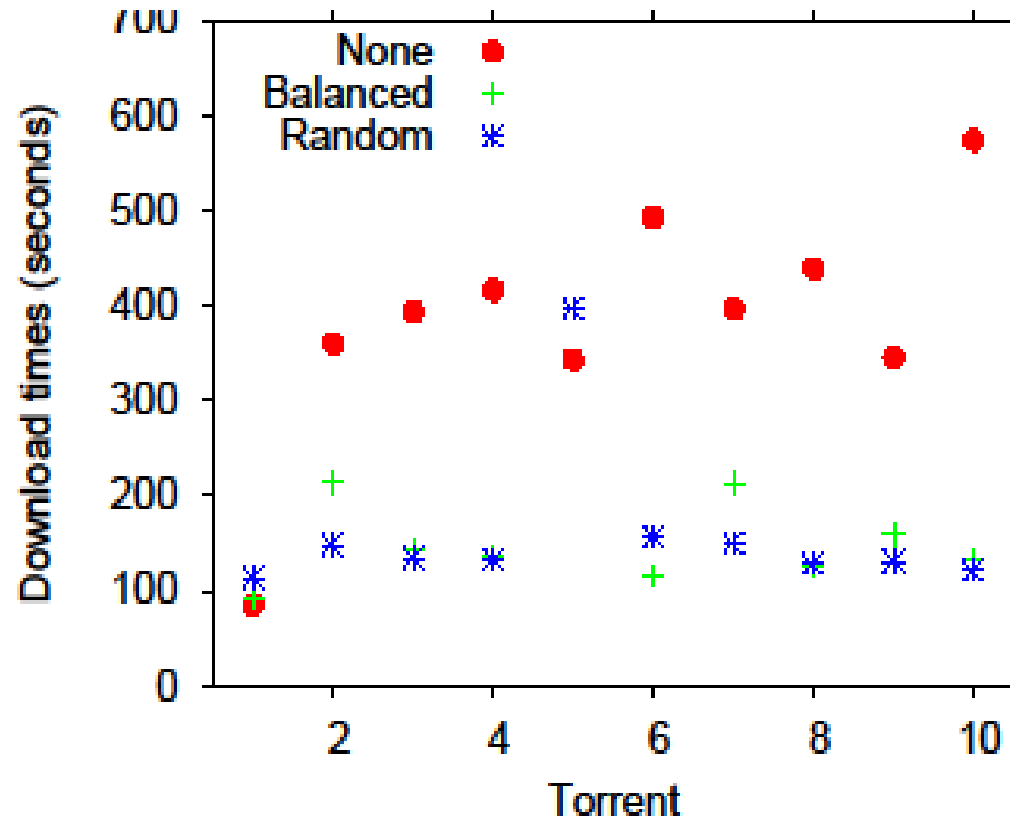


Proof of concept implementation

- Instead of looking at policy choices ...
- This paper presents the design and proof of concept implementation of a dynamic bundling system
 - Want to minimize changes to the BitTorrent protocol
 - Introduce concept of “super bundle” and “individual bundles”
 - Performance evaluation **using simple baseline policies** on PlanetLab
- Four parts
 - Tracker communication (bundle negotiation event and additional information)
 - Bundling selection component at tracker
 - Piece selection rule (as each peer have individual preferences and responsibilities)
 - Disk writing algorithm



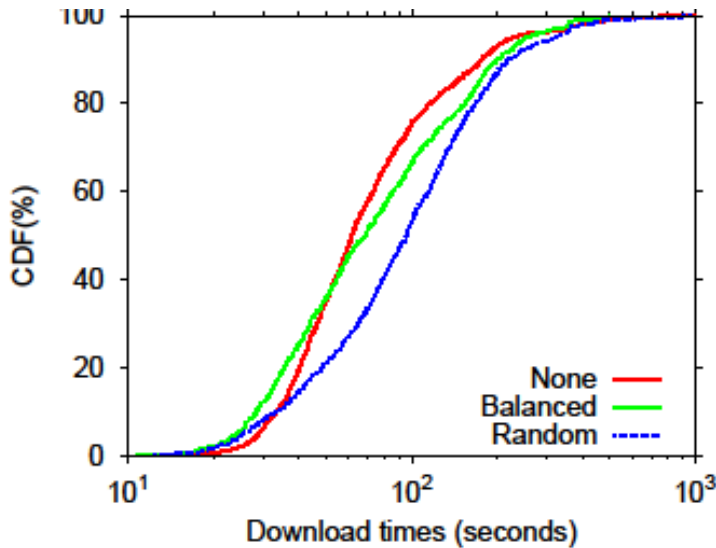
Example results: Steady-state



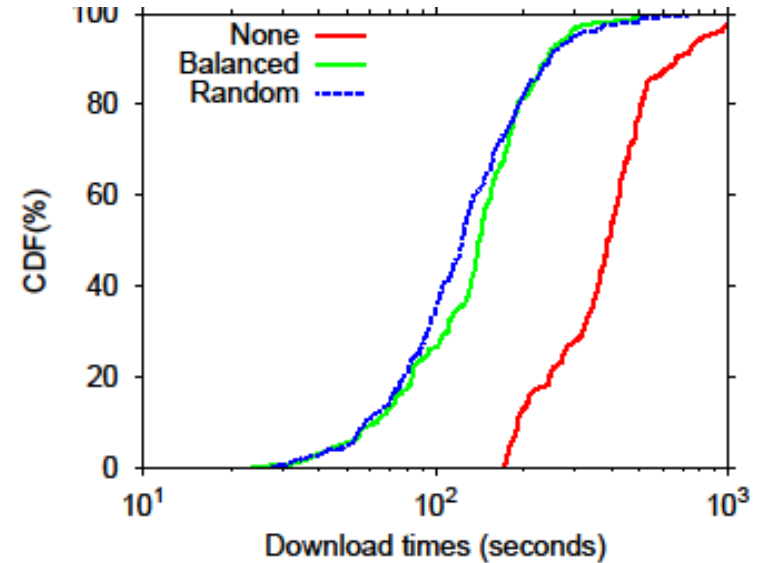
- Average download times
 - Again, naïve baseline policies
 - Still performance improvements ...
 - Big improvements for less popular files, at small cost at popular file



Example results: Steady-state



(a) Popular file



(b) Less popular file

- Download time distributions

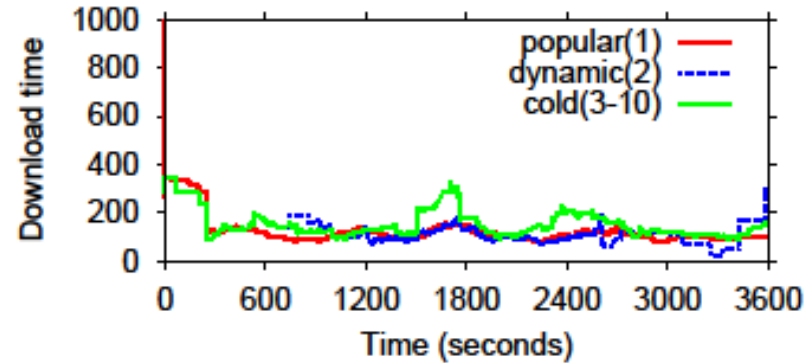
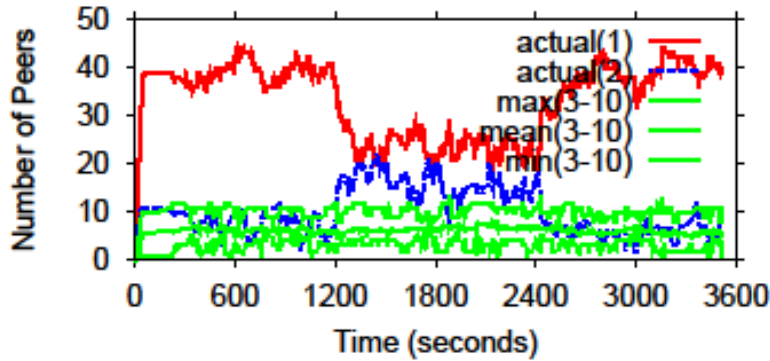
- Again, naïve baseline policies

- Still performance improvements ...

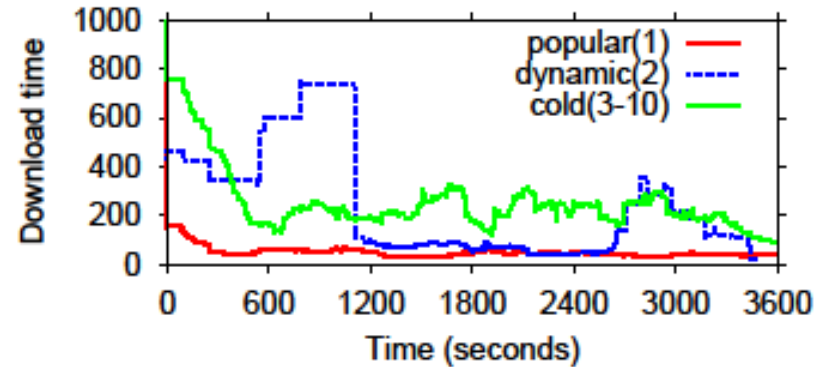
- Big improvements for less popular files, at small cost at popular file



Example results: Dynamic scenario



- Smaller download times
- Adapt to current conditions



Just det att kiale
fär marben sjä
dugarna med sif
den paltbrödem
det frunc on lada
Och det frunc m
som blanta riefat
u masonu

EKEN

ENINU

OZUBET

MÖBELDESIGN

wards
SQUIS AKAT DEBEAT!!

ford's daughter

Åvez-vous

männi sko ej
fter vad hon
er vad hon

- Rätt teori och r
- Affär rätt
- Offentlig rätt
- Aftal rätt, skade

OnLiU
www.liu.se

LINKÖPINGS UNIVERSITET

Contributions

- Presented the design of a dynamic bundling system, including a proof of concept implementation
 - Allow flexible adaptive policies to be implemented and tested with relatively small changes to the BitTorrent protocol
- Some example results are presented for naïve baseline policies
- Future work include
 - Design of a fully dynamic bundling system
 - PlanetLab testing of more advanced policies (as proposed/evaluated in other works; e.g., IFIP Networking 2010 and IEEE P2P 2012)



Thank you!

- Song Zhang University of Calgary
- **Niklas Carlsson** Linköping University
- Derek Eager University of Saskatchewan
- Zongpeng Li University of Calgary
- Anirban Mahanti NICTA

