Inter-Client Exchange (ICE) Protocol

X Consortium Standard

Robert Scheifler, X Consortium
Jordan Brown
Quarterdeck Office Systems

Inter-Client Exchange (ICE) Protocol: X Consortium Standard

! "#"

#
$ % & © "(! ") $

Abstract

* % % & #
* + ! & ! + &
! % &! & # * ,-$./ %
% + & % # 0 & -$. % 1
& & % & % % #

2 & ! & ! % & %
, 3 4/! ! & &
! %! ! & ! % ! ! ! 5 % ! % %
! 6 & 7

* + % & % % %
#

8. 9:; . - 2 -<.< 3; - 4! :-*8 0* :; ;=*> 9 ;=> ?-=<! . 2 . -@2A-.<! -=$A0<-=B
0* = * A-@-*.< * *8. :; ;=*-. 9 @. $8;=*; -A-*>! 9-*=. 9 ; 2; *-$0A; 20 2 . ;=<
= =-=9 -=B.@.=*# -= = . .=* 8;AA *8. $ = *-0@ . A-; A. 9 ;=> $A;-@! <;@;B.
8. A-; -A->! :8.*8. -= ;= ;$*- = 9 $ =* ;$*! * * *8. :- .! ; - -=B 9 @! 0* 9
-= $ ==.$*- = :-*8 *8. 9*:; . *8. 0 . *8. <.;A-=B -= *8. 9*:; .#

.1 % ! $ + &
% ! & % C $ #

: * % B %#

Table of Contents

2 % B
D# + + 2 ########## D
(# < * % ##########)
2 + * % ##########)
$ % 1 * % ##########)
@ & 9 ##########)
)# + 2 < % ########## G
E# -$. $ % @ 6 % F ########## "
B . $ ##########
-$. . $ ########## D
G# < & ########## E
"# 2 . & ########## M
2 + ########## M
. ########## M
$ % * % ########## M
-$. @ % ########## M
@ & . & ########## '
. $. & ########## DD
B . $. & ########## DD
-$. % . $. & ########## DD
;# @ 8 ########## D(
G G# ########## D(
G# G#(########## D(
-$. C+ 2 ########## D)
- ########## D)
+ + -$. C+ ########## D)
& & ? 2 ########## D)
- & C+ ########## D)
-$. % & ########## D"

Chapter 1. Purpose and Goals

- & + % 1 &! + % ! %
+ # @ %
! + & ! & %
& # * %
& % % # 9 1 % ! & %
% H & !
! & ! % # :
& % % ! %
% % #

* ,-$./ % % + &
& % % ! % # - % +
& % & ! % &
! & & + ! % & # * % &
-$. -$. % +
% + & ! !
% &# - ! % & & +
% ! -$. % #

Chapter 2. Overview of the Protocol

* & -$.! % +
& & -$. % #-$.
& %
IJ & &IJ0 % IJ &IJ0 % # *
& % + & & %
& % #.1 % %
+ ! + + !
#

* & & % 1 & -$.
% #- ! 1 & +
% % #- -$. 1 ! & &
% % % & % -$.
%#

* -$. % & 6 % 7 1 & !
! 1 & #* &
ByteOrder & &
& % & #; ! & & % Con-
nectionSetup & & + & ,+
/ & + & -$. + % %% &
& % #; % #-
H ! & % % ConnectionReply
& & + & ! % % #

- % ! & % %
AuthenticationRequired & ConnectionReply & #
* % 1 & AuthenticationReply AuthenticationNextPhase
& % ! & %
ConnectionReply & #

-$. , 1 & /! &
& % % & & ProtocolSetup & #
* & & + % % + &
! & -$. 6 % & & % &
% #; % ! %
# % % #-
% ! & % % ProtocolReply
& ! & + & -$. 6 % & % #

% % ! +
& H #- %
% ! % & % ProtocolReply
& ! AuthenticationRequired AuthenticationReply Authen-
ticationNextPhase & !6 #
% % & % Proto-
colReply & #

: % % ! %
& & % #. & % 7
6 % % #. % & & 6
% & ProtocolSetup ProtocolReply & #* %

! & ! #9 % % ! %
% 6 % 7 6 %
& ! 6 % 1% & + #*
% + + % #

. % + &
% #: %
& & % # %
! 6 % + K &
% % ProtocolSetup

-$. & & &
+ % #: % % +!
WantToClose & #- % &
! % #- % % % !
% & NoClose & #

- % L
& % % #9 1 % ! %% %
; % # 2 ; ConnectionSetup & %
% ConnectionReply & #,* %
+ #/ * % ! % ; ProtocolSetup
& 1% ProtocolReply % # !
+ ! % & % #$ &
1 % ! % % %
% ;# 2 ProtocolSetup & 1%
ProtocolReply % ;#

Chapter 3. Data Types

-$. & + % # &
& K & L
+ H % %% % # - %% G) !
-$. & % % M #; & &
IJ IJ0 & G ! (D ! G) # * &
& + % 1 % 7

% , ! / N , , //

Primitive Types

$; <M	M & &
$; < G	G & &
$; <(D	(D & &
A	False True
A2$.	; 2 $ A 2 $. &

Complex Types

. - =	O@ 6 ! 7 $; < GP
* -=B	A- * A2$.

A- * Q % R Q % R# * 1 & +
% & 1 K & #

Message Format

; -$. & & 7

$; <M	% 6 %
$; <M	% %
$; <(D	& & M

* 7

2 6 % * % % &
@ 6 % F + -$.
& # * 6 % %

& 1 & %
& #

2 % * % % % %
% # @ % F + . K
+ % % #

A & M * % &
& M # . & %
! % &
& + #; +
1% & ! % & !
% # @ & +
% !
BadLength #

Chapter 4. Overall Protocol Description

.+ & & + % H !
& # H & K % H
% #

@ & & + 6 % , # #! & + % / %
, % / + & % # @ &
% % #

@ % F + % % & # ; &
% H # - % &
H ! % % #

Error

7 $; <M

7 S$ $! FatalToProtocol FatalToConnection

7 $; <(D

7 $; < G

7 Q % 6 5 % R

* & % % & % #
* Error & 1 % 6 % % K %
C + % # * % &
% ! H & # * +
L + & # CanContinue
& % & % # FatalToPro-
cotol & % & %
& % % # FatalToConnection
& % & %
# * H % +
& -$. , 6 % F/ K B . $ -$. .
$ # * & # $ % %
% , + & %
/# * + ! ! % + %
% #

Chapter 5. ICE Control Subprotocol -- Major Opcode 0

. -$. % # @ & +
% + # *
%% & & %
& #

- & & % ! IJ .1% IJ0
+ # , % BadMajor Bad-
Minor BadState BadLength BadValue ProtocolDuplicate MajorOpcodeDupli-
cate & ! & %
% % #

ByteOrder

7 S@ ! LSBfirst

% & & ! & #
* & % H &
% #

= 7- + & !
ByteOrder & & Error#

ConnectionSetup

7 A- * . - =

7 A

A- * * -=B
7

7 * -=B

7 * -=B

% 7 ConnectionReply! AuthenticationRequired ,
/

.1% 7 NoVersion! SetupFailed! NoAuthentication! Au-
thenticationRejected! AuthenticationFailed

* % , T ,/T/
& & , ByteOrder %#

& + ! & % ! % +
% % % &# * % 6 + !
+ F#

- True & % K
% & % % #- !
+ % AuthenticationRequired

- False % & %
! ! %
#: False ConnectionReply AuthenticationRequired + % #-
! AuthenticationRejected AuthenticationFailed % #

; % % ,% !
False % % & % #-
True % %
& #

& + + -$. % #

& + -$. % #

AuthenticationRequired

$; <M
7

7 Q % % R

% 7 AuthenticationReply

.1% 7 AuthenticationRejected! AuthenticationFailed

* & % ConnectionSetup ProtocolSetup &
%
#

* % % F 1
& + ConnectionSetup ProtocolSetup ; % %
& H #

AuthenticationReply

7 Q % % R

% 7 AuthenticationNextPhase! ConnectionReply! ProtocolReply

.1% 7 AuthenticationRejected! AuthenticationFailed! SetupFailed

* & % AuthenticationRequired AuthenticationNextPhase & ! %%
% & #

= & % &
% ConnectionSetup ProtocolSetup & #

AuthenticationNextPhase %
#- % ! ConnectionReply %% %

ConnectionSetup Pro-
tocolReply %% % ProtocolSetup#

AuthenticationNextPhase

7 Q % % R

% 7 AuthenticationReply

.1% 7 AuthenticationRejected! AuthenticationFailed

* & % AuthenticationReply & ! %%
% & #

ConnectionReply

7 $; <M

7 * -=B

7 * -=B

* & % ConnectionSetup AuthenticationReply
& % #

1 & + F 1 + Connec-
tionSetup & K % + -$. % %
% #

& + + -$. % #

& + -$. % #

ProtocolSetup

7 * -=B

! 7 $; <M

7 A- * . - =

7 * -=B

7 * -=B

7 A

A- * * -=B
7

% 7 AuthenticationRequired! ProtocolReply

.1% 7 UnknownProtocol! NoVersion! SetupFailed! NoAu-
thentication! AuthenticationRejected! Authen-
ticationFailed

* & & %
% #

2 & + % % % #

@ 6 % & + % % & #

& + + ! & % !
% & % #

& %
% & & #

- True! & % K
% & % % # - !
+ % AuthenticationRequired

- False! % & %
! ! %
: False! ProtocolReply AuthenticationRe-
quired + % # -
! AuthenticationRejected AuthenticationFailed % #

; % % ,% !
False % % & % # -
True % %
& #

ProtocolReply

! 7 $; <M

7 $; <M

7 * -=B

7 * -=B

* & % ProtocolSetup AuthenticationReply
& % #

@ 6 % & + % % & #

1 & + F 1 + Proto-
colSetup & K % + % %
% #

& %
% & & #

Ping

% 7 PingReply

* & &#

PingReply

* & % Ping & ! &
&#

WantToClose

% 7 WantToClose! NoClose! ProtocolSetup

* & % #* & %
! % % !
+ % #* % & H 7

* + & ! WantToClose + &
WantToClose % & ! % %
#

D#* + & L ! & #- #

(# * + & ProtocolSetup T & !T &
WantToClose % & WantToClose
% + ProtocolSetup

)# * + & % % %
-$. % ! NoClose

& #

NoClose

* & % WantToClose &
% & % # * + &
% #. % & WantToClose
#

Generic Error Classes

* % ! %% #9 -$. , 6 %
F/! FatalToProtocol % FatalToConnection#

BadMinor

7 Q R

7 FatalToProtocol CanContinue ,% L
/

7 , /

+ & % #

BadState

7 Q R

7 FatalToProtocol CanContinue ,% L
/

7 , /

+ & + % %% %
% #

BadLength

7 Q R

7 FatalToProtocol CanContinue ,% L
/

7 , /

+ & & #* & & &
H #

BadValue

7 Q R

7 CanContinue

7 $; <(D & +
& & # $; <(D A & & + #
Q+ R & +

+ & + % #

ICE Error Classes

* 6 % F #

BadMajor

7 Q R

7 CanContinue

7 $; <M %

* % & + & #

NoAuthentication

7 ConnectionSetup! ProtocolSetup

7 ConnectionSetup I, R FatalToConnection Proto-
colSetup I, R FatalToProtocol

7 , /

= % + #

NoVersion

7 ConnectionSetup! ProtocolSetup

7 ConnectionSetup I, R FatalToConnection Proto-
colSetup I, R FatalToProtocol

7 , /

= % + + #

SetupFailed

7 ConnectionSetup! ProtocolSetup! Authentication-Reply

7 ConnectionSetup I, R FatalToConnection Protocol-Setup I, R FatalToProtocol AuthenticationReply I, R FatalToConnection & ! FatalToProtocol

7 * -=B

* & % %
# * %
& # * & +
% & % + & % #

AuthenticationRejected

7 AuthenticationReply! AuthenticationRequired! AuthenticationNextPhase

7 FatalToProtocol

7 * -=B

; 6 #* % % % #*
& + % & % + & #

AuthenticationFailed

7 AuthenticationReply! AuthenticationRequired! AuthenticationNextPhase

7 FatalToProtocol

7 * -=B

; # AuthenticationFailed %
6 ! AuthenticationRejected # -
% # ,9
! + + #/ *
& + % & % + & #

ProtocolDuplicate

7 ProtocolSetup

7 FatalToProtocol , /

7 * -=B %

* % & #* T T % &
% ProtocolSetup 1 & & #

MajorOpcodeDuplicate

7 ProtocolSetup

7 FatalToProtocol , /

7 $; <M %

* 6 % % & # * IJ IJ0
% & % ProtocolSetup 1 & &
#

UnknownProtocol

7 ProtocolSetup

7 FatalToProtocol

7 * -=B %

* % % %% #

Chapter 6. State Diagrams

8 & % 7

7
! ByteOrder ConnectionSetup R "#

"# 7
+ ConnectionReply R
+ AuthenticationRequired R " $
+ Error R
+ Q R! Error R

" $ 7
& ! AuthenticationReply R " %
! Error R

" % 7
+ ConnectionReply R
+ AuthenticationNextPhase R " $
+ Error R
+ Q R! Error R

8 % + % % #

7
% R "#

"# 7
+ ByteOrder ConnectionSetup R " &
+ Q R! Error R

" & 7
ByteOrder ConnectionReply
R

AuthenticationRequired R "#

Error R

"# 7
+ AuthenticationReply R " &

+ Q R! Error R

" & 7
! ConnectionReply R
& ! AuthenticationNextPhase R "#
! Error R

8 % + %
% #

= 7 H ! %
+ + #

7
ProtocolSetup R "#
+ ProtocolSetup R "
Ping R "#
+ Ping PingReply R
+ WantToClose R #"
+ Q R! Error R
% ! WantToClose R "#

"# 7
+ ProtocolReply R
+ AuthenticationRequired R " $
+ Error & + % % R
+ WantToClose R "#

" $ 7
& ! AuthenticationReply R " %
! Error & + % % R
+ WantToClose R " $

" % 7
+ ProtocolReply R
+ AuthenticationNextPhase R " $
+ Error & + % % R
+ WantToClose R " %

" 7
ProtocolReply R
AuthenticationRequired R & " $
Error & + % % R

& " $ 7
+ AuthenticationReply R & " %
+ Error & + % % R

& " % 7
& I, R & " '
! Error & + % % R

& " ' 7
! ProtocolReply R
& ! AuthenticationNextPhase R & " $
! Error & + % % R

"# 7
+ PingReply R

7

R

8 & 7

#" 7
+ ! NoClose R
R

"# 7
+ ProtocolSetup R "
+ NoClose R
+ WantToClose R
R

Chapter 7. Protocol Encoding

- & ! % #*
% , + + / + # *
% + , #&#! % /# +
& & % #

* 6 + ! + F -$. % #

A- * Q % R % Q % R!
% &# * % % & #

Primitives

$; <M		M & &
$; < G	D	G & &
$; <(D	)	(D & &
A2$.		; 2 $ A 2 $. &

Enumerations

A	F	9
W		*

Compound Types

. - =	W	W	W
W	D	$; < G	@ 6 +
W	D	$; < G	@ +
* -=B	W	W	W
W	D	$; < G	& &
W		A- * A2$.	&
W	%	W	! % N % , UD!)/

ICE Minor opcodes

.	F

$ %	D
; H	(
; %	)
; = 1 2	E
$ %	G
2 %	"
2 %	M
2 &	'
2 & %	F
: *$	
= $	D

Message Encoding

```
Error
     1     CARD8          major-opcode
     1     0              Error
     2     CARD16         class
     4     (n+p)/8+1      length
     1     CARD8          offending-minor-opcode
     1                    severity:
           0                CanContinue
           1                FatalToProtocol
           2                FatalToConnection
     2                    unused
     4     CARD32         sequence number of erroneous message
     n     <varies>      value(s)
     p                    pad, p = pad(n,8)


ByteOrder
     1     0     ICE
     1     1     ByteOrder
     1           byte-order:
           0        LSBfirst
           1        MSBfirst
     1           unused
     4     0     length


ConnectionSetup
     1     0                    ICE
     1     2                    ConnectionSetup
     1     CARD8                Number of versions offered
     1     CARD8                Number of authentication protocol names offered
     4     (i+j+k+m+p)/8+1      length
```

```
     1     BOOL               must-authenticate
     7                        unused
     i     STRING             vendor
     j     STRING             release
     k     LISTofSTRING       authentication-protocol-names
     m     LISTofVERSION      version-list
     p                        unused, p = pad(i+j+k+m,8)


AuthenticationRequired
     1     0             ICE
     1     3             AuthenticationRequired
     1     CARD8         authentication-protocol-index
     1                   unused
     4     (n+p)/8+1     length
     2     n             length of authentication data
     6          unused
     n     <varies>     data
     p                   unused, p = pad(n,8)


AuthenticationReply
     1     0             ICE
     1     4             AuthenticationReply
     2                   unused
     4     (n+p)/8+1     length
     2     n             length of authentication data
     6                   unused
     n     <varies>     data
     p                   unused, p = pad(n,8)


AuthenticationNextPhase
     1     0             ICE
     1     5             AuthenticationNextPhase
     2                   unused
     4     (n+p)/8+1     length
     2     n             length of authentication data
     6                   unused
     n     <varies>     data
     p                   unused, p = pad(n,8)


ConnectionReply
     1     0             ICE
     1     6             ConnectionReply
     1     CARD8         version-index
     1                   unused
     4     (i+j+p)/8     length
     i     STRING        vendor
     j     STRING        release
     p                   unused, p = pad(i+j,8)
```

```
ProtocolSetup
     1     0                    ICE
     1     7                    ProtocolSetup
     1     CARD8                major-opcode
     1     BOOL                 must-authenticate
     4     (i+j+k+m+n+p)/8+1    length
     1     CARD8                Number of versions offered
     1     CARD8                Number of authentication protocol names offered
     6                          unused
     i     STRING               protocol-name
     j     STRING               vendor
     k     STRING               release
     m     LISTofSTRING         authentication-protocol-names
     n     LISTofVERSION        version-list
     p                          unused, p = pad(i+j+k+m+n,8)


ProtocolReply
     1     0             ICE
     1     8             ProtocolReply
     1     CARD8         version-index
     1     CARD8         major-opcode
     4     (i+j+p)/8     length
     i     STRING        vendor
     j     STRING        release
     p                   unused, p = pad(i+j, 8)


Ping
     1     0     ICE
     1     9     Ping
     2     0     unused
     4     0     length


PingReply
     1     0     ICE
     1     10    PingReply
     2     0     unused
     4     0     length


WantToClose
     1     0     ICE
     1     11    WantToClose
     2     0     unused
     4     0     length


NoClose
     1     0     ICE
     1     12    NoClose
     2     0     unused
     4     0     length
```

Error Class Encoding

B + & F1MFFF F19999! % %
& F1FFFF F1"999#

Generic Error Class Encoding

!	
@	F1MFFF
	F1MFF
A &	F1MFFD
	F1MFF(

ICE-specific Error Class Encoding

!	
@ 6	F
= ;	
=	D
%9	(
;	)
6	
;	E
9	
2 < %	G
@ 6 % < %	"
0 2	M

Appendix A. Modification History

Release 6 to Release 6.1

G# -$. C+ % ,;%% 1 / %
+ # #

Release 6.1 to Release 6.3

G#(% #

Appendix B. ICE X Rendezvous Protocol

Introduction

* -$. C+ % & % D
& + -$.
1 & # * % %% %
-$. + + #

Overview of ICE X Rendezvous

* -$. C+ @ H & -$. & &
% % & -$. % %% -$.V2 * $ A
% % % + # $ & -$. & %
-$.V2 * $ A ClientMessage + -$. & & %
* ClientMessage + -$. -< -$. &
% -$. % % #0% % &
-$. & & % -$.
-$. & % #

Registering Known Protocols

$ & -$. & & % % & -$. %
%% -$.V2 * $ A % % %
+ # * -$.V2 * $ A
-$.V-=-*-;*.V -$. % -$.
& & % & % ! % -$. ProtocolSetup
& #

$ -$.V-=-*-;*.V -$.V2 * $ A % %
% + % ClientMessage + %
-$.V2 * $ A % & -$.V-=-*-;*.V # -
% & + ! + -$.V-=-*-;*.V
-$.V2 * $ A % % + -$.V2 * $ A % %
#

Initiating the Rendezvous

* C+ & -$. & %
ClientMessage + % -$.V2 * $ A -$. & & % # *
-$.V2 * $ A & -$. & & %
-$. % % -$.
& -$. & % #

-$. & % & +
1 % % # * 1 % % -$. &
% L -$. & -$. & & %
-$. & % L -$. -< #

* % % -$.V=.*: ?V-< !
-$. & % L &# * 1 % % 7

% ;V * -=B
M
+ % -$. -<

-$. & % 1 % %
! C+ & -$.V2 * $ A ClientMessage
+ -$. & & % L % + # * + &
+ % & -$. %
-$.V2 * $ A % % % + #

& V % ; N T-$.V2 * $ A T
(D
OFP ; & -$. % %
O P * %
ODP -$. & % L -< -$. -< 1
% %
# O(P ; & 1 % % & -$. &
% L -$. -<
# O)P + # @ F#

* # OFP -$.V-=-*-;*.V !
-$. % -$. & % % #

: -$. & & % + ClientMessage + %
-$.V2 * $ A % & -$.V-=-*-;*.V -$.
-$. & % # * % + -$.
& % L -$. -< % # ODP &
1 % % % # O(P#

- % ! %
& + & ClientMessage + %
# ODP# * + & 7

& V % ; N T-$.V-=-*-;*.V9;-A.<T
(D
OFP ; & -$. % H
O P * %
ODP - & % L -< , & -$.V2 * $ A /
O(P 7
O)P + ! F

* + # OFP # O P % &
+ + #

* + # ODP
-$.V2 * $ A #-$.V-=-*-;*.V & + #

< # O(P & + 7

% 9		* % , #&# - % $,/ /# - & C & ! % % AuthenticationFailed C #
; 9	D	; C % % # * % & + & OpenFailed OpenFailed #
%9	(	* % % , #&# - 2 %,/ /#
0 2	)	* & C H % # ,* % % & % #/
	E	* % + & -$.V-=-*-;*.V -$.V2 * $ A & K & & % -$. #

$ & -$. & & % %
-$.V2 * $ A % % % +
-$.V-=-*-;*.V , / & -$. % % #
* % -$.V2 * $ A % %
-$.V-=-*-;*.V % % !
& % +
% + #

: & % -$. -< 1 % % !
-$. & % % -$.
-< & - $ % = - A ,/ & - A
9 $,/# * -$. & % %
+ & -$. & & % %
% & % # %%
H & L # & 1
& H & & &
* ,/ + + %% # -
-$. & %
& & -$. ! -$. & % &

& = + % #
: + = + ! -$. & %
% +
-$.V2 * $ A % % #

- ! % & -$. C+ @
-$. & % & % -$. %
-$.V-=-*-;*.V -$.V2 * $ A
% % L % + # ;
-$.V-=-*-;*.V -$.V2 * $ A % %
% + & ClientMessage +
% -$.V2 * $ A % & -$.V-=-*-;*.V -$. %
#

ICE Subprotocol Versioning

; & + -$. % % &
+ !-$.% + 1 + &
& ClientMessage + # ! -$. % + &
-$. % % % #

$ + -$. %
T ;2 #FT# - ;2 & % ! T & T!
;2 %% # *
& % %% &
%% L ! & %%
#

< & % -$. & % , & / - &
9 2 % ,/ + , # #! #F/ ;2 &
% # * & % - A 9 $,/
- $ % = - A ,/ & -$. -< &
1 % % #

: & % , & /
% ! -$.V-=-*-;*.V ;2
-$.V2 * $ A % % L % + # - %
& L % + -$.V2 * $ A
& + + # : +
& + & & -$. & ;2 %
- & 9 2 %,/ + ;2
% # * + & L -$. -<
% % % & & +
- % $,/# ; -
2 %,/ % & ;2 % # < & % ! -$.
;2 % + & #

= % % C+
%% -$. % % &
+ #