
NORTH ATLANTIC TREATY
ORGANISATION



AC/323(IST-040)TP/23

RESEARCH AND TECHNOLOGY
ORGANISATION



www.rta.nato.int

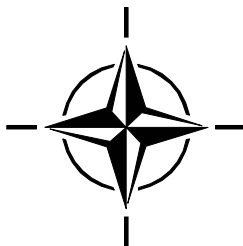
RTO MEETING PROCEEDINGS

MP-IST-040

Military Data and Information Fusion

(La fusion des informations et de données militaires)

Papers presented at the Symposium organised by the
RTO Information Systems Technology (IST) Panel in
Prague, Czech Republic, from 20 to 22 October 2003.



Published March 2004

Distribution and Availability on Back Cover



NORTH ATLANTIC TREATY
ORGANISATION



AC/323(IST-040)TP/23

RESEARCH AND TECHNOLOGY
ORGANISATION



www.rta.nato.int

RTO MEETING PROCEEDINGS

MP-IST-040

Military Data and Information Fusion

(La fusion des informations et de données militaires)

Papers presented at the Symposium organised by the
RTO Information Systems Technology (IST) Panel in
Prague, Czech Republic, from 20 to 22 October 2003.

The Research and Technology Organisation (RTO) of NATO

RTO is the single focus in NATO for Defence Research and Technology activities. Its mission is to conduct and promote co-operative research and information exchange. The objective is to support the development and effective use of national defence research and technology and to meet the military needs of the Alliance, to maintain a technological lead, and to provide advice to NATO and national decision makers. The RTO performs its mission with the support of an extensive network of national experts. It also ensures effective co-ordination with other NATO bodies involved in R&T activities.

RTO reports both to the Military Committee of NATO and to the Conference of National Armament Directors. It comprises a Research and Technology Board (RTB) as the highest level of national representation and the Research and Technology Agency (RTA), a dedicated staff with its headquarters in Neuilly, near Paris, France. In order to facilitate contacts with the military users and other NATO activities, a small part of the RTA staff is located in NATO Headquarters in Brussels. The Brussels staff also co-ordinates RTO's co-operation with nations in Middle and Eastern Europe, to which RTO attaches particular importance especially as working together in the field of research is one of the more promising areas of co-operation.

The total spectrum of R&T activities is covered by the following 7 bodies:

- AVT Applied Vehicle Technology Panel
- HFM Human Factors and Medicine Panel
- IST Information Systems Technology Panel
- NMSG NATO Modelling and Simulation Group
- SAS Studies, Analysis and Simulation Panel
- SCI Systems Concepts and Integration Panel
- SET Sensors and Electronics Technology Panel

These bodies are made up of national representatives as well as generally recognised 'world class' scientists. They also provide a communication link to military users and other NATO bodies. RTO's scientific and technological work is carried out by Technical Teams, created for specific activities and with a specific duration. Such Technical Teams can organise workshops, symposia, field trials, lecture series and training courses. An important function of these Technical Teams is to ensure the continuity of the expert networks.

RTO builds upon earlier co-operation in defence research and technology as set-up under the Advisory Group for Aerospace Research and Development (AGARD) and the Defence Research Group (DRG). AGARD and the DRG share common roots in that they were both established at the initiative of Dr Theodore von Kármán, a leading aerospace scientist, who early on recognised the importance of scientific support for the Allied Armed Forces. RTO is capitalising on these common roots in order to provide the Alliance and the NATO nations with a strong scientific and technological basis that will guarantee a solid base for the future.

The content of this publication has been reproduced directly from material supplied by RTO or the authors.

Published March 2004

Copyright © RTO/NATO 2004
All Rights Reserved

ISBN 92-837-0037-6

Single copies of this publication or of a part of it may be made for individual use only. The approval of the RTA Information Management Systems Branch is required for more than one copy to be made or an extract included in another publication. Requests to do so should be sent to the address on the back cover.

Military Data and Information Fusion

(RTO-MP-IST-040)

Executive Summary

Military commanders require timely and accurate awareness of the situation in their respective area of responsibility as well as some prediction of the likely intentions of the forces engaged. In addition to sensor based reconnaissance information, new and complex non-military information aspects are influencing the military intelligence cycle now and will do so in the future. Large volumes of information and data will have to be processed. Classic manual evaluation followed by the presentation of results is much too time consuming. It is therefore important to identify key issues affecting data and information fusion problems and to find methods to give automated support to information and data fusion in order to become more efficient in military intelligence.

The symposium provided an interdisciplinary forum for research scientists, military experts, and system engineers to present the state of the art of research and technology in military data and information fusion. Interest was focussed on high-level fusion aspects (level 2, 3 and 4 of the JDL data fusion definition). The broad scope of topics was discussed by two excellent keynote speeches and 23 interesting and well appreciated papers which were presented in 8 technical sessions to an audience of more than 120 participants. The symposium was opened by a keynote speech by LtCol de Chantal (FR). In his presentation entitled "Operational requirements for fusion in the fields of information and intelligence" he emphasised the military point of view and pointed out a real need of information fusion to free man from low level tasks of information and data processing and to provide assistance to military commanders. The operational aspects were also covered by the papers presented in the first session entitled "Military Requirements and Experience", which additionally discussed aspects of interoperability, to guarantee access to all necessary information, transparency of fusion methods, to improve the acceptance, and fusion systems with "Man-in-the-Loop" to keep responsibility with the users.

The second keynote speech entitled "On the Scientific Foundations of Level 2 Fusion" was given by Dr. J. Llinas (US) who addressed two focal topics: (1) suggestions for extensions and modifications of the well-known "JDL" Data Fusion process model, especially related to Distributed Data Fusion (DDF) and Network-Centric Warfare and (2) perspectives on an overarching approach towards developing first theories and then algorithms for Level 2 Data Fusion. The papers presented in the sessions "Fusion System Concepts I and II" also made it obvious that at the moment there are very different views on what 'military information fusion' should be. This underlined the fact that there is presently no sufficient and common understanding of the high level fusion problem domain and its characterising elements. The papers in the sessions "Fusion Methods" and "Fusion Methods for Classification and Identification" presented special algorithms related to level 1, 2, and 3 fusion problems. Among others, the successful incorporation of background information into level 1 data fusion algorithms by evidential reasoning was shown. The interesting studies on the use of Bayesian methods in high level information fusion algorithms presented some encouraging results but also revealed the need for a suitable problem abstraction and domain model for an appropriate mathematical approach to non-numeric problems. The session entitled "Semantic Approach to Information Fusion" presented contributions on text understanding and the semantic principles of domain modelling. The papers showed promising ontological and linguistic methods for treating the problems of symbolic information processing. The paper entitled "Analysis of Free-Form Battlefield Reports with Shallow Parsing Techniques" which presented a method for information extraction from free text documents was given the "Best Paper Award".

The contributions to the sessions on “Applications” and “Applications and Lessons Learned” mostly addressed questions and requirements of intelligent data and information management, retrieval, and visualisation for decision support. It became obvious, however, that no actual substantial high level fusion module is yet operational. The symposium was closed by a panel discussion. Five members of the Programme Committee gave a personnel review of the meeting and additional ideas for future activities in the area of military information fusion. It was followed by an intensive discussion with the audience. A summary of this panel discussion is included in the meeting proceedings.

La fusion des informations et de données militaires

(RTO-MP-IST-040)

Synthèse

Les chefs militaires ont besoin de données précises en temps voulu sur la situation des forces dans leurs domaines de responsabilité respectifs, ainsi que d'un certain nombre de prévisions sur les intentions probables des forces engagées. En plus des informations de reconnaissance fournies par capteurs, le cycle du renseignement militaire est actuellement, et sera à l'avenir, influencé par des aspects nouveaux et complexes, non militaires. Il faudra traiter de grands volumes de données et d'informations. L'évaluation classique et la présentation manuelles des résultats sont beaucoup trop longues. Il est par conséquent important d'identifier les questions clés pouvant avoir une incidence sur les problèmes de fusionnement des données et des informations, et de trouver des méthodes permettant d'automatiser ce processus, afin de le rendre plus efficace pour les besoins du renseignement militaire.

Le symposium a servi de forum interdisciplinaire, permettant aux chercheurs scientifiques, aux spécialistes militaires et aux ingénieurs système de présenter l'état actuel des connaissances dans le domaine du fusionnement des données et des informations militaires. L'accent a été mis sur les aspects fusionnement de haut niveau (les niveaux 2, 3 et 4 de la définition JDL du fusionnement des données). L'ensemble des sujets a été couvert par deux excellents discours d'ouverture, ainsi que par 23 communications intéressantes et bien accueillies, présentées au cours de 8 sessions techniques devant une assistance de plus de 120 participants. Le symposium a débuté par un discours d'ouverture prononcé par le LCL de Chantal (FR). Lors de sa présentation, intitulée "Les besoins opérationnels dans le domaine du fusionnement des informations et du renseignement", il a mis en relief le point de vue militaire, en exposant le besoin réel en matière de fusionnement d'informations pour libérer l'homme des tâches élémentaires de traitement de données et d'informations, ainsi que pour fournir une aide aux chefs militaires. Les aspects opérationnels ont également été abordés dans des communications présentées lors de la première session intitulée "Besoins et expérience militaires", qui portait aussi sur certains aspects de l'interopérabilité destinés à garantir l'accès à toutes les informations nécessaires, sur la transparence des méthodes de fusionnement, dans l'optique de favoriser l'acceptation de ces méthodes, ainsi que sur les systèmes de fusionnement du type "l'homme dans la boucle", pour lesquels la responsabilité doit rester celle de l'utilisateur.

Le deuxième discours d'ouverture, intitulé "Sur les bases scientifiques du fusionnement au niveau 2", a été prononcé par M. J. Linas (US), qui a examiné deux sujets fondamentaux, à savoir : (1) des propositions concernant d'éventuelles extensions et modifications à apporter au modèle réputé de fusionnement de données "JDL", en particulier par rapport au fusionnement de données réparti (DDF), ainsi qu'à la guerre réseaucentrée, et (2) des perspectives d'une approche globale de l'élaboration de théories dans un premier temps et ensuite d'algorithmes de fusionnement de données au niveau 2. De même, il est ressorti très clairement des communications présentées lors des sessions sur "Les concepts de systèmes de fusionnement I et II", qu'il existe des définitions très diverses du terme "fusionnement des informations militaires". Cette constatation sert à souligner le fait qu'à l'heure actuelle, il n'y a pas de perception commune du problème de fusionnement de haut niveau, ni des éléments qui le caractérisent. Les communications présentées lors des sessions "Méthodes de fusionnement" et "méthodes pour la classification et l'identification" décrivaient des algorithmes particuliers applicables aux problèmes de

fusionnement des niveaux 1, 2 et 3. Parmi d'autres exemples, on a démontré l'incorporation réussie de données historiques dans des algorithmes de fusionnement de données de niveau 1 par le raisonnement d'évidence. Les études intéressantes présentées sur l'emploi de méthodes bayésiennes dans les algorithmes de fusionnement d'informations de haut niveau faisaient état de résultats encourageants, même si elles révélaient le manque actuel de modèle convenable de domaine et d'abstraction de problèmes pour une approche mathématique appropriée des problèmes non numériques. La session intitulée "Une approche sémantique du fusionnement des informations" a permis de présenter des contributions sur la compréhension des textes et les principes sémantiques de la modélisation des domaines. Les communications présentées décrivaient des méthodes ontologiques et linguistiques prometteuses pour la résolution de problèmes de traitement d'informations symboliques. La communication intitulée "Analyse des comptes rendus de champ de bataille en texte libre à l'aide de techniques d'analyse syntaxique rapide", qui décrivait une méthode permettant l'extraction d'informations de documents rédigés en texte libre, s'est vu attribuer le titre de "meilleure communication".

Les contributions aux sessions "Applications" et "Applications et enseignements tirés" concernaient pour la plupart la gestion, la recherche et la visualisation de données et d'informations intelligentes pour le soutien de la prise de décisions. Cependant, il est paru évident qu'aucun module fiable de fusionnement de haut niveau n'est encore opérationnel. Le symposium s'est terminé par une table ronde. Cinq membres du Comité du programme ont proposé leurs conclusions personnelles concernant la réunion, ainsi que des suggestions relatives à de futures activités dans le domaine du fusionnement des informations militaires. La table ronde a été suivie d'une séance de discussion animée avec l'assistance. Un résumé de ces discussions figure dans le compte rendu de la conférence.

Table of Contents

	Page
Executive Summary	iii
Synthèse	v
Theme	x
Thème	xi
Information Systems Technology Panel	xii

Reference

SESSION I: MILITARY REQUIREMENTS AND EXPERIENCES Chairman: Mr. G. THIBAUT (CA)

Besoins opérationnels en fusion en matière d'information et de renseignement <i>(Operational Requirements for Fusion in the Fields of Information and Intelligence)</i> by Lt.Col. Baron Louis de CHANTAL	KN1
Defensive Planning for Combined Forces by D.A. GRIFFITH	1
A Wide-Area Surveillance Prototype System from Identification Fusion Perspective by A.M. BALCI	2
The Integrated Data Environment: A New Tool for Interoperability and Effective Data Integration for Command and Control by J. WILKES	3

SESSION II: FUSION SYSTEM CONCEPTS I Chairman: Dr. J. GROSCHE (GE)

On the Scientific Foundations of Level 2 Fusion by Dr. James LLINAS	KN2
Technical Survey and Forecast for Information Fusion by P. SVENSSON	4
Introducing the Canadian Information Centric Workspace Concept by G. THIBAUT and F. LE MAY	5
Paper 6 withdrawn	

SESSION III: FUSION SYSTEM CONCEPTS II Chairman: Dr. P. HUSMANN RASMUSSEN (DE)

A Knowledge-Based Approach to Information Fusion for the Support of Military Intelligence by J. BIERMANN	7
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

Information Fusion and Extraction Priorities for Australia’s Information Capability	8
by M. OXENHAM, J. PERCIVAL, R. PRICE and D. LAMBERT	

SESSION IV: FUSION METHODS
Chairman: Dr. P. SVENSSON (SW)

A Man-in-the-Loop Support Concept for Military Ambush Threat – Assessment Based on Reconnaissance Reports	9
by F.P. LORENZ and J. BIERMANN	

Representation and Recognition of Uncertain Enemy Policies Using Statistical Models	10
by R. SUZIĆ	

Information Evaluation: Discussion about STANAG 2022 Recommendations	11
by L. CHOLVY and V. NIMIER	

Using A Priori Databases for Identity Estimation through Evidential Reasoning in Realistic Scenarios	12
by P. VALIN and E. BOSSÉ	

SESSION V: FUSION METHODS FOR CLASSIFICATION AND IDENTIFICATION
Chairman: Mr. B. O’HERN (US)

Analysing an Identity Information Fusion Algorithm Based on Evidence Theory	13
by A.-L. JOUSSELME, E. BOSSÉ and A. JOUAN	

A Bayesian Network for Combat Identification	14
by S.P. VAN GOSLIGA and H. JANSEN	

Multi-Sensor Kinematic and Attribute Tracking Using a Bayesian Belief Network Framework	15
by M.L. KRIEG	

Set Classification of Military Targets	16
by R. KORSNES and B.J. HANSEN	

SESSION VI: SEMANTIC APPROACH TO INFORMATION FUSION
Chairman: Mr. J. BIERMANN (GE)

Ontological Approach to Military Knowledge Modeling and Management	17
by A.-C. BOURY-BRISSET	

Ontological Approach to the Representation of Military Knowledge	18
by Z. WINKLEROVÁ	

Analysis of Free-Form Battlefield Reports with Shallow Parsing Techniques	19
by M. HECKING	

The Case for Using Semantic Nets as a Convergence Format for Symbolic Information Fusion	20
by J. ROHMER	

SESSION VII: APPLICATIONS AND LESSONS LEARNED

Chairman: Mr. J. BIERMANN (GE)

Analysis of Adaptive Data Fusion Approaches within LM Canada's Technology Demonstrator 21

by E. SHAHBAZIAN, L. BARIL, G. MICHAUD, E. MENARD and D. TURGEON

A Lessons Learned Knowledge Warehouse to Support the Army Knowledge Management Command-Centric 22

by P. CHAMPOUX, M. TRUDEL and G. THIBAULT

The Visualisation of Diverse Intelligence 23

by H.-J. KOLB, M. TOWSEY, S. MAETSCHKE and U. UEBLER

Paper 24 withdrawn

SESSION VIII: APPLICATIONS

Chairman: Dr. M. SNAJDER (CZ)

Web-Based Countrywide Resources Planning System with the Centralized Support of National Mapping Center 25

by J. PEJCOCH and J. DUDA

Data Collection and Global Data Fusion in C4ISR in the Czech Armed Forces 26

by R. ORSÁK

Panel Discussion – Prepared Remarks and Open Discussion: Critical Issues and Needs in Information Fusion PD

Theme

Commanders at all levels and types of military organisations require timely and accurate awareness of the situation in their respective area of responsibility as well as prediction of likely intentions of the participants. These requirements exist throughout the range and variety of potential military missions from conflict-prevention to conflict and post-conflict activities. Additional to sensor based reconnaissance information, new and complex non-military information aspects such as political, ethnical, and criminal information are influencing the military intelligence cycle now and in the future. Large volumes of information and data will have to be processed and classical manual evaluation and the presentation of results is much too time consuming. Especially in respect to Counter-Terrorism intelligent data mining and knowledge based information retrieval and content extraction are gaining importance. It is therefore important to identify key issues affecting data and information fusion problems and to find methods to give automated support to information and data fusion in order to become more efficient in military intelligence.

The symposium will provide an interdisciplinary forum for research scientists, military experts, and system engineers to present the state of the art of research and technology in all different aspects of military data and information fusion in the command and control cycle. Interest is focussed on level 2, 3 and 4 of the JDL data fusion definition. The results of the NATO-wide efforts in this evolving area should be documented in technical presentations, research papers, and application oriented discussions. The conference program will include invited speeches by distinguished experts from research and practice as well as submitted papers. This symposium will be complementary to the planned SET Symposium on 'Target Tracking and Sensor Data Fusion for Military Observation Systems' which will take place the week before in Budapest, Hungary.

Topics of interest include, but are not limited to:

- Military requirements for data interpretation and information fusion
- Concepts of military data and information fusion for
 - Situation awareness, situation assessment
 - Threat/impact assessment
 - Intelligence preparation of the battlefield
 - Classification and identification of battlespace elements
- General fusion methods
 - Model and template based methods
 - Bayesian and belief approach to data and information fusion
 - Context sensitive information exploitation
 - Content extraction from unstructured data using natural language processing techniques
 - Research challenges toward achieving robust C2,C3 fusion
- Ontological approach to the representation of military knowledge
- Application examples and demonstrators of data and information fusion
 - Architecture of intelligence fusion systems in C4ISR
- Resources: COTS S/W, Data, training materials
 - Scenarios
 - Fusion of geo-spatial intelligence and military information
 - Fusion visualisation
- Lessons learned

Thème

Les chefs militaires à tous les niveaux de toutes les organisations militaires ont besoin de données précises en temps voulu sur la situation des forces dans leurs domaines de responsabilité respectifs, ainsi que de prévisions sur les intentions probables des participants. Ces besoins existent pour toutes les missions militaires possibles qui vont des activités antérieures à un conflit (prévention) aux activités postérieures en passant par le conflit lui-même. En plus des informations en matière de reconnaissance fournies par les capteurs, le cycle du renseignement militaire est actuellement, et le sera encore plus à l'avenir, influencé par des aspects non militaires, nouveaux et complexes, comme des informations touchant aux domaines politique, ethnique ou de la criminalité. Il faudra traiter de grands volumes de données et d'informations, alors que l'évaluation et la présentation manuelles des résultats prennent actuellement beaucoup trop de temps. L'exploration de données, intelligente et en profondeur, ainsi que la recherche d'informations basée sur la connaissance et l'extraction de contenu gagnent en importance, en particulier dans le domaine du contre-terrorisme. Il est par conséquent important d'identifier les questions clés pouvant avoir une incidence sur les problèmes de fusion des données et des informations et de trouver des méthodes permettant d'automatiser ce processus, afin de le rendre plus efficace aux fins du renseignement militaire.

Le symposium servira de forum aux chercheurs scientifiques, aux spécialistes militaires et aux ingénieurs systèmes pour leur permettre de présenter l'état de l'art en R&T dans tous les domaines de la fusion des données et des informations militaires du cycle de commandement et contrôle. L'accent sera mis sur les niveaux 2, 3 et 4 de la définition JDL de fusion des données. Les résultats des efforts de l'ensemble des pays membres de l'OTAN dans ce domaine évolutif devraient apparaître au cours des présentations techniques, des mémoires de recherche et des discussions orientées applications. En plus des communications officielles, le programme de la conférence inclura des interventions sur invitation de la part d'éminents spécialistes universitaires et de l'industrie. Le symposium se déroule en complément du symposium SET prévu sur « La poursuite des objectifs et le fusionnement des données capteurs pour les systèmes d'observation militaires » organisé au cours de la semaine précédente à Budapest, en Hongrie.

La liste de sujets d'intérêt suivants n'est pas limitative :

- Besoins militaires en matière de fusion des informations et d'interprétation des données
- Concepts de fusion de données et d'informations militaires aux fins de
 - Connaissance et évaluation de la situation des forces
 - Évaluation de la menace/de l'impact
 - Renseignement et préparation du champ de bataille
 - Classification et identification des éléments de l'espace de bataille
- Méthodes générales de fusion
 - Méthodes à base de modèles et de formes de référence
 - Méthodes Bayésiennes et approches basées sur la croyance pour la fusion des données et des informations
 - Exploitation des informations dépendant du contexte
 - Des communications extraction du contexte de données non structurées à l'aide de techniques de traitement du langage naturel
 - Défis de recherche dans l'obtention de la fusion robuste C2, C3
- Approche ontologique de la représentation des connaissances militaires
- Exemples d'applications et démonstrateurs de fusion de données et d'informations
 - Architectures de systèmes de fusion du renseignement pour C4ISR
 - Moyens : COTS S/W, données, supports de formation, scénarios
 - Fusion du renseignement géospatial et des informations militaires
 - Visualisation de la fusion
- Enseignements tirés

Information Systems Technology Panel

CHAIRMAN:

Prof. Ann MILLER
Distinguished Professor of Electrical and
Computer Engineering
University of Missouri-Rolla
125, Emerson Electric Co. Hall
Rolla, MO 65409-0040
UNITED STATES

DEPUTY CHAIRMAN:

Prof. Marek AMANOWICZ
Ministry of Defence
Military Communication Institute
05-130 Zegrze
CZECH REPUBLIC

TECHNICAL PROGRAMME COMMITTEE**CHAIRMAN:**

Dr. Jürgen GROSCHE
FGAN-FKIE
Neuenahrer Str. 20, 53343 Wachtberg
GERMANY
Tel: +49 (228) 9435 288
Fax: +49 (228) 9435 685
E-mail: grosche@fgan.de

CANADA

Mr. Gaétan THIBAUT
DRDC Quebec
Tel: +1 (418) 844 4000 Ext. 4540
Fax: +1 (418) 844 4538
E-mail: gaetan.thibault@drdc-rddc.gc.ca

CZECH REPUBLIC

Dr. Milan SNAJDER
Military Technical Institute of Electronics
Tel: +420 (2) 20 20 77 31
Fax: +420 (2) 51 62 33 97
E-mail: msnajder@vtue.cz

DENMARK

Dr. Per HUSMANN RASMUSSEN
Danish Defence Research Establishment
Tel: +45 (39) 15 1808
Fax: +45 (39) 29 1533
E-mail: phr@ddre.dk

GERMANY

Mr. Joachim BIERMANN
FGAN-FKIE
Tel: +49 228 9435 276
Fax: +49 228 9435 685
E-mail: j.biermann@fgan.de

ITALY

Dr. Luciano CERIONI
SIRTI Sistemi SPA
Tel: +39 (06) 8288 0419
E-mail: l.cerioni@sirtisistemi.it

NORWAY

Mr. Tore SMESTAD
Norwegian Defence Research Establishment
Tel: +47 (63) 80 73 77
Fax: +47 (63) 80 72 12
E-mail: Tore.Smestad@ffi.no

SWEDEN

Dr. Per SVENSSON
F.O.I.
Tel: +46 (8) 5550 3696
Fax: +46 (8) 5550 3686
E-mail: Per.Svensson@foi.se

UNITED STATES

Mr. Brian O'HERN
USAF/AFRL
Tel: +1 (315) 330 3995
Fax: +1 (315) 330 8063
E-mail: brian.ohern@rl.af.mil

Dr. David L. HALL
Pennsylvania State University
Tel: +1 (814) 865 8711
Fax: +1 (814) 865 7065
E-mail: dhall@ist.psu.edu

Mr. Alan N. STEINBERG
Utah State University
Tel: +1 (301) 229 6631
Fax: +1 (301) 229 6631
E-mail: asteinberg@sdl.usu.edu

Dr. James LLINAS
University of Buffalo
Tel: +1 (716) 645 2357 Ext. 2105
Fax: +1 (716) 645 3302
E-mail: llinas@eng.buffalo.edu

PANEL EXECUTIVE

From Europe:
RTA-OTAN
Lt.Col. A. GOUAY, FAF
IST Executive
BP 25
F-92201 Neuilly-sur-Seine Cedex
FRANCE

From the USA or CANADA:
RTA-NATO
Attention: IST Executive
PSC 116
APO AE 09777

Telephone: +33 (1) 5561 2280 / 82 – Telefax: +33 (1) 5561 2298 / 99

HOST NATION LOCAL COORDINATOR

Dr. Milan SNAJDER
Military Technical Institute of Electronics
Tel: +420 (2) 20 20 77 31
Fax: +420 (2) 51 62 33 97
E-mail: msnajder@vtue.cz

ACKNOWLEDGEMENTS/REMERCIEMENTS

The IST Panel wishes to express its thanks to the Czech Republic members to RTO for the invitation to hold this Symposium in Prague and for the facilities and personnel which made the Symposium possible.

Le Panel IST tient à remercier les membres du RTB de la République Czech auprès de la RTO de leur invitation à tenir cette réunion à Prague, ainsi que pour les installations et le personnel mis à sa disposition.



REPORT DOCUMENTATION PAGE			
1. Recipient's Reference	2. Originator's References	3. Further Reference	4. Security Classification of Document
	RTO-MP-IST-040 AC/323(IST-040)TP/23	ISBN 92-837-0037-6	UNCLASSIFIED/ UNLIMITED
5. Originator			
Research and Technology Organisation North Atlantic Treaty Organisation BP 25, F-92201 Neuilly-sur-Seine Cedex, France			
6. Title			
Military Data and Information Fusion			
7. Presented at/Sponsored by			
The Symposium organised by the RTO Information Systems Technology (IST) Panel in Prague, Czech Republic, from 20 to 22 October 2003.			
8. Author(s)/Editor(s)			9. Date
Multiple			March 2004
10. Author's/Editor's Address			11. Pages
Multiple			328 (text) 541 (slides)
12. Distribution Statement			
There are no restrictions on the distribution of this document. Information about the availability of this and other RTO unclassified publications is given on the back cover.			
13. Keywords/Descriptors			
C4ISR	Information systems	Operations research	
Correlation techniques	Integrated systems	Requirements	
COTS (Commercial Off The Shelf)	Intelligence fusion	Scenarios	
Data fusion	Interoperability	Situational awareness	
Decision making	Lessons learned	Systems engineering	
Geo-spatial intelligence	Models	Tactical intelligence	
Identification systems	Multisensors	Target classification	
Information fusion	Natural language processing	Threat evaluation	
	Ontologies	Visualization techniques	
14. Abstract			
This volume contains two Keynote Addresses, 24 papers, and a summary of the final panel discussion presented at the Information Systems Technology Panel (IST) symposium held in Prague, Czech Republic, from 20th to 22nd October 2003.			
The papers presented covered the following headings:			
<ul style="list-style-type: none"> • Military Requirements and Experiences • Fusion System Concepts I • Fusion System Concepts II • Fusion Methods • Fusion Methods for Classification and Identification • Semantic Approach to Information Fusion • Applications and Lessons Learned • Applications 			





BP 25
F-92201 NEUILLY-SUR-SEINE CEDEX • FRANCE
Télécopie 0(1)55.61.22.99 • E-mail mailbox@rta.nato.int



DIFFUSION DES PUBLICATIONS
RTO NON CLASSIFIEES

Les publications de l'AGARD et de la RTO peuvent parfois être obtenues auprès des centres nationaux de distribution indiqués ci-dessous. Si vous souhaitez recevoir toutes les publications de la RTO, ou simplement celles qui concernent certains Panels, vous pouvez demander d'être inclus soit à titre personnel, soit au nom de votre organisation, sur la liste d'envoi.

Les publications de la RTO et de l'AGARD sont également en vente auprès des agences de vente indiquées ci-dessous.

Les demandes de documents RTO ou AGARD doivent comporter la dénomination « RTO » ou « AGARD » selon le cas, suivi du numéro de série. Des informations analogues, telles que le titre est la date de publication sont souhaitables.

Si vous souhaitez recevoir une notification électronique de la disponibilité des rapports de la RTO au fur et à mesure de leur publication, vous pouvez consulter notre site Web (www.rta.nato.int) et vous abonner à ce service.

CENTRES DE DIFFUSION NATIONAUX

ALLEMAGNE

Streitkräfteamt / Abteilung III
Fachinformationszentrum der
Bundeswehr (FIZBw)
Friedrich-Ebert-Allee 34, D-53113 Bonn

BELGIQUE

Etat-Major de la Défense
Département d'Etat-Major Stratégie
ACOS-STRAT – Coord. RTO
Quartier Reine Elisabeth
Rue d'Evère, B-1140 Bruxelles

CANADA

DSIGRD2
Bibliothécaire des ressources du savoir
R et D pour la défense Canada
Ministère de la Défense nationale
305, rue Rideau, 9^e étage
Ottawa, Ontario K1A 0K2

DANEMARK

Danish Defence Research Establishment
Ryvangs Allé 1, P.O. Box 2715
DK-2100 Copenhagen Ø

ESPAGNE

SDG TECEN / DGAM
C/ Arturo Soria 289
Madrid 28033

ETATS-UNIS

NASA Center for AeroSpace
Information (CASI)
Parkway Center, 7121 Standard Drive
Hanover, MD 21076-1320

FRANCE

O.N.E.R.A. (ISP)
29, Avenue de la Division Leclerc
BP 72, 92322 Châtillon Cedex

GRECE (Correspondant)

Defence Industry & Research
General Directorate, Research Directorate
Fakinos Base Camp, S.T.G. 1020
Holargos, Athens

HONGRIE

Department for Scientific Analysis
Institute of Military Technology
Ministry of Defence
H-1525 Budapest P O Box 26

ISLANDE

Director of Aviation
c/o Flugrad
Reykjavik

ITALIE

Centro di Documentazione
Tecnico-Scientifica della Difesa
Via XX Settembre 123
00187 Roma

LUXEMBOURG

Voir Belgique

NORVEGE

Norwegian Defence Research Establishment
Attn: Biblioteket
P.O. Box 25, NO-2007 Kjeller

PAYS-BAS

Royal Netherlands Military
Academy Library
P.O. Box 90.002
4800 PA Breda

POLOGNE

Armament Policy Department
218 Niepodleglosci Av.
00-911 Warsaw

PORTUGAL

Estado Maior da Força Aérea
SDFA – Centro de Documentação
Alfragide
P-2720 Amadora

REPUBLIQUE TCHEQUE

DIC Czech Republic-NATO RTO
VTÚL a PVO Praha
Mladoboleslavská ul.
Praha 9, 197 06
Česká republika

ROYAUME-UNI

Dstl Knowledge Services
Information Centre, Building 247
Dstl Porton Down
Salisbury
Wiltshire SP4 0JQ

TURQUIE

Milli Savunma Bakanlığı (MSB)
ARGE ve Teknoloji Dairesi Başkanlığı
06650 Bakanlıklar – Ankara

AGENCES DE VENTE

NASA Center for AeroSpace Information (CASI)

Parkway Center, 7121 Standard Drive
Hanover, MD 21076-1320
ETATS-UNIS

The British Library Document Supply Centre

Boston Spa, Wetherby
West Yorkshire LS23 7BQ
ROYAUME-UNI

Canada Institute for Scientific and Technical Information (CISTI)

National Research Council
Acquisitions, Montreal Road, Building M-55
Ottawa K1A 0S2, CANADA

Les demandes de documents RTO ou AGARD doivent comporter la dénomination « RTO » ou « AGARD » selon le cas, suivie du numéro de série (par exemple AGARD-AG-315). Des informations analogues, telles que le titre et la date de publication sont souhaitables. Des références bibliographiques complètes ainsi que des résumés des publications RTO et AGARD figurent dans les journaux suivants :

Scientific and Technical Aerospace Reports (STAR)

STAR peut être consulté en ligne au localisateur de ressources uniformes (URL) suivant:

<http://www.sti.nasa.gov/Pubs/star/Star.html>

STAR est édité par CASI dans le cadre du programme NASA d'information scientifique et technique (STI)
STI Program Office, MS 157A
NASA Langley Research Center
Hampton, Virginia 23681-0001
ETATS-UNIS

Government Reports Announcements & Index (GRA&I)

publié par le National Technical Information Service
Springfield

Virginia 2216

ETATS-UNIS

(accessible également en mode interactif dans la base de données bibliographiques en ligne du NTIS, et sur CD-ROM)



BP 25
F-92201 NEUILLY-SUR-SEINE CEDEX • FRANCE
Télécopie 0(1)55.61.22.99 • E-mail mailbox@rta.nato.int



DISTRIBUTION OF UNCLASSIFIED RTO PUBLICATIONS

AGARD & RTO publications are sometimes available from the National Distribution Centres listed below. If you wish to receive all RTO reports, or just those relating to one or more specific RTO Panels, they may be willing to include you (or your Organisation) in their distribution.

RTO and AGARD reports may also be purchased from the Sales Agencies listed below.

Requests for RTO or AGARD documents should include the word 'RTO' or 'AGARD', as appropriate, followed by the serial number. Collateral information such as title and publication date is desirable.

If you wish to receive electronic notification of RTO reports as they are published, please visit our website (www.rta.nato.int) from where you can register for this service.

NATIONAL DISTRIBUTION CENTRES

BELGIUM

Etat-Major de la Défense
Département d'Etat-Major Stratégie
ACOS-STRAT – Coord. RTO
Quartier Reine Elisabeth
Rue d'Evère
B-1140 Bruxelles

CANADA

DRDKIM2
Knowledge Resources Librarian
Defence R&D Canada
Department of National Defence
305 Rideau Street
9th Floor
Ottawa, Ontario K1A 0K2

CZECH REPUBLIC

DIC Czech Republic-NATO RTO
VTÚL a PVO Praha
Mladoboleslavská ul.
Praha 9, 197 06
Česká republika

DENMARK

Danish Defence Research
Establishment
Ryvangs Allé 1
P.O. Box 2715
DK-2100 Copenhagen Ø

FRANCE

O.N.E.R.A. (ISP)
29, Avenue de la Division Leclerc
BP 72
92322 Châtillon Cedex

GERMANY

Streitkräfteamt / Abteilung III
Fachinformationszentrum der
Bundeswehr (FIZBw)
Friedrich-Ebert-Allee 34
D-53113 Bonn

GREECE (Point of Contact)

Defence Industry & Research
General Directorate, Research Directorate
Fakinos Base Camp, S.T.G. 1020
Holargos, Athens

HUNGARY

Department for Scientific Analysis
Institute of Military Technology
Ministry of Defence
H-1525 Budapest P O Box 26

ICELAND

Director of Aviation
c/o Flugrad, Reykjavik

ITALY

Centro di Documentazione
Tecnico-Scientifica della Difesa
Via XX Settembre 123
00187 Roma

LUXEMBOURG

See Belgium

NETHERLANDS

Royal Netherlands Military
Academy Library
P.O. Box 90.002
4800 PA Breda

NORWAY

Norwegian Defence Research
Establishment
Attn: Biblioteket
P.O. Box 25, NO-2007 Kjeller

POLAND

Armament Policy Department
218 Niepodleglosci Av.
00-911 Warsaw

PORTUGAL

Estado Maior da Força Aérea
SDFA – Centro de Documentação
Alfragide, P-2720 Amadora

SPAIN

SDG TECEN / DGAM
C/ Arturo Soria 289
Madrid 28033

TURKEY

Milli Savunma Bakanlığı (MSB)
ARGE ve Teknoloji Dairesi Başkanlığı
06650 Bakanliklar – Ankara

UNITED KINGDOM

Dstl Knowledge Services
Information Centre, Building 247
Dstl Porton Down
Salisbury, Wiltshire SP4 0JQ

UNITED STATES

NASA Center for AeroSpace
Information (CASI)
Parkway Center, 7121 Standard Drive
Hanover, MD 21076-1320

SALES AGENCIES

NASA Center for AeroSpace Information (CASI)

Parkway Center
7121 Standard Drive
Hanover, MD 21076-1320
UNITED STATES

The British Library Document Supply Centre

Boston Spa, Wetherby
West Yorkshire LS23 7BQ
UNITED KINGDOM

Canada Institute for Scientific and Technical Information (CISTI)

National Research Council
Acquisitions
Montreal Road, Building M-55
Ottawa K1A 0S2, CANADA

Requests for RTO or AGARD documents should include the word 'RTO' or 'AGARD', as appropriate, followed by the serial number (for example AGARD-AG-315). Collateral information such as title and publication date is desirable. Full bibliographical references and abstracts of RTO and AGARD publications are given in the following journals:

Scientific and Technical Aerospace Reports (STAR)

STAR is available on-line at the following uniform resource locator:

<http://www.sti.nasa.gov/Pubs/star/Star.html>

STAR is published by CASI for the NASA Scientific and Technical Information (STI) Program
STI Program Office, MS 157A
NASA Langley Research Center
Hampton, Virginia 23681-0001
UNITED STATES

Government Reports Announcements & Index (GRA&I)

published by the National Technical Information Service
Springfield
Virginia 2216
UNITED STATES
(also available online in the NTIS Bibliographic Database or on CD-ROM)